

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Aurelija PECKIENĖ

SKLYPO UŽSTATYMO ERDVINIO
PLANAVIMO KONCEPCIJA TAIKANT
STATINIO INFORMACINIO MODELIAVIMO
TECHNOLOGIJĄ

DAKTARO DISERTACIJA

TECHNOLOGIJOS MOKSLAI,
STATYBOS INŽINERIJA (02T)



LEIDYKLA
Vilnius TECHNIKA 2017

Disertacija rengta 2012–2017 metais Vilniaus Gedimino technikos universitete.

Vadovas

prof. habil. dr. Leonas USTINOVIČIUS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, statybos inžinerija – 02T).

Vilniaus Gedimino technikos universiteto Statybos inžinerijos mokslo krypties disertacijos gynimo taryba:

Pirmininkas

prof. dr. Marija BURINSKIENĖ (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, statybos inžinerija – 02T).

Nariai:

doc. dr. Jurgita ANTUCHEVIČIENĖ (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, statybos inžinerija – 02T),

dr. Tomas BALEŽENTIS (Lietuvos agrarinės ekonomikos institutas, informatikos inžinerija – 07T),

prof. habil. dr. Joanicjusz NAZARKO (Balstogės technologijos universitetas, vadyba – 03S),

prof. habil. dr. Edmundas Kazimieras ZAVADSKAS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, statybos inžinerija – 02T).

Disertacija bus ginama viešame Statybos inžinerijos mokslo krypties disertacijos gynimo tarybos posėdyje **2017 m. kovo 2 d. 10 val.** Vilniaus Gedimino technikos universiteto senato posėdžių salėje.

Adresas: Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lietuva.

Tel.: (8 5) 274 4956; faksas (8 5) 270 0112; el. paštas doktor@vgtu.lt

Pranešimai apie numatomą ginti disertaciją išsiųsti 2017 m. vasario 1 d.

Disertaciją galima peržiūrėti VGTU talpykloje <http://dspace.vgtu.lt> ir Vilniaus Gedimino technikos universiteto bibliotekoje (Saulėtekio al. 14, LT-10223 Vilnius, Lietuva).

VGTU leidyklos TECHNIKA 2017-004-M mokslo literatūros knyga
<http://leidykla.vgtu.lt>

ISBN 978-609-476-000-6

© VGTU leidykla TECHNIKA, 2017

© Aurelija Peckienė, 2017

aurelija.peckiene@vgtu.lt

VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY

Aurelija PECKIENĖ

CONCEPTION OF SITE AND BUILDING
SPATIAL PLANNING USING BUILDING
INFORMATION MODELING
METHODOLOGY

DOCTORAL DISSERTATION

TECHNOLOGICAL SCIENCES,
CIVIL ENGINEERING (02T)



LEIDYKLA
Vilnius TECHNIKA 2017

Doctoral dissertation was prepared at Vilnius Gediminas Technical University in 2012–2017.

Supervisor

Prof. Dr Habil. Leonas USTINOVIČIUS (Vilnius Gediminas Technical University, Civil Engineering – 02T).

The Dissertation Defence Council of Scientific Field of Civil Engineering of Vilnius Gediminas Technical University:

Chairman

Prof. Dr Marija BURINSKIENĖ (Vilnius Gediminas Technical University, Civil Engineering – 02T).

Members:

Assoc. Prof. Dr Jurgita ANTUCHEVIČIENĖ (Vilnius Gediminas Technical University, Civil Engineering – 02T),

Dr Tomas BALEŽENTIS (Lithuanian Institute of Agrarian Economics, Informatics Engineering – 07T),

Prof. Dr Habil. Joanicjusz NAZARKO (Bialystok University of Technology, Management – 03S),

Prof. Dr Habil. Edmundas Kazimieras ZAVADSKAS (Vilnius Gediminas Technical University, Civil Engineering – 02T).

The dissertation will be defended at the public meeting of the Dissertation Defence Council of Civil Engineering in the Senate Hall of Vilnius Gediminas Technical University at **10 a. m. on 2 March 2017**.

Address: Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lithuania.

Tel.: +370 5 274 4956; fax +370 5 270 0112; e-mail: doktor@vgtu.lt

A notification on the intend defending of the dissertation was send on 1 February 2017.

A copy of the doctoral dissertation is available for review at VGTU repository <http://dspace.vgtu.lt> and at the Library of Vilnius Gediminas Technical University (Saulėtekio al. 14, LT-10223 Vilnius, Lithuania).

Reziumė

Disertacijoje nagrinėjamos sklypo užstatymo erdvinio planavimo galimybės taikant statinio informacinio modeliavimo (angl. *Building Information Modeling – BIM*) technologiją. Tyrimo objektas yra sklypo užstatymo erdvinis planavimas skaitmeninėje BIM aplinkoje. Skaitmeninės statybos vystymas statybos sektoriuje šiuo metu yra prioritetinga veiklos kryptis visame pasaulyje. Siekiant sukurti kuo tikslesnį statinio informacinį modelį būtina žinoti bei kuo anksčiau įvertinti išsamią informaciją apie teritoriją, kurioje statinys planuojamas. Disertacijoje aprašytas sukurtas sklypo užstatymo erdvinio planavimo koncepcinis modelis. Naudojant modelį praktikoje būtų galima greitai keisti pagrindinius pastato parametrus (matmenis, erdvinę formą ir kt.) ir nedelsiant patikrinti suplanuoto pastato atitiktį teritorijų planavimo dokumentų reikalavimams. Tokiu būdu ilgai neužtrunkant galima būtų parinkti racionaliausią pastato pirminį modelį, kurio pagrindu būtų atliekamas detalus projektavimas.

Disertaciją sudaro įvadas, trys skyriai, bendrosios išvados, naudotos literatūros ir autoriaus publikacijų disertacijos tema sąrašai bei 9 priedai.

Įvadiniamе skyriuje aptariama tiriamoji problema, darbo aktualumas, aprašomas tyrimų objektas, formuluojamas darbo tikslas bei uždaviniai, aprašoma tyrimų metodika, darbo mokslinis naujumas, darbo rezultatų praktinė reikšmė, ginamieji teiginiai. Įvado pabaigoje pristatomos disertacijos tema autoriaus paskelbtos publikacijos ir pranešimai konferencijose bei disertacijos struktūra.

Pirmajame skyriuje aptariama BIM samprata ir reikšmė statybos sektoriuje. Taip pat analizuojamas pastato planavimo etapas ir BIM panaudojimo galimybės jo metu, aptariama pastato planavimo etapo reikšmė ir rizika. Skyriaus pabaigoje suformuluojami disertacijos uždaviniai.

Antrajame skyriuje apibrėžiama sklypo užstatymo erdvinio planavimo samprata, nustatomi ir išskiriami sklypo užstatymo erdvinio planavimo elementai. Šiame skyriuje taip pat detaliam išanalizuoti reikalavimai pastato erdvinio modelio tūriniam sprendiniam ir privalomųjų sklypo dalių išskyrimui.

Trečiajame skyriuje analizuojami ir aprašomi pagrindiniai pastato tūrinio sprendinio komponentai, pristatomas sukurtas sklypo užstatymo erdvinio planavimo koncepcinis modelis ir algoritmas, skirti Lietuvos statybos sektoriui. Atlikti supaprastinto modelio empiriniai tyrimai.

Disertacijos tema paskelbti 6 straipsniai: du – mokslo žurnaluose, įtrauktuose į Thomson ISI sąrašą, du – kituose recenzuojamuose leidiniuose, vienas – recenzuojamoje tarptautinės konferencijos medžiagoje, vienas – Lietuvos konferencijų straipsnių rinkinyje. Disertacijos tema perskaityti 3 pranešimai mokslinėse konferencijose.

Abstract

The dissertation analyses possibilities of spatial site and building planning using the Building Information Modeling (BIM) methodology. The subject of the research is spatial site and building planning in the digital BIM environment. Digital construction development is the priority direction of activities in construction sector worldwide. To develop as accurate building information model as possible, it is necessary to obtain and assess complete information about the site, on which the building is to be built, at the earliest possible phase. The dissertation presents conceptual model for spatial planning of a site and building. Practical application of the model would allow quickly altering the main parameters of the building (measurements, three-dimensional shape, etc.) and immediately checking the compliance of the designed building with the requirements of the spatial planning documentation. This would allow choosing the most rational initial model of the building.

The dissertation consists of introduction, 3 chapters, general conclusions, references and 9 annexes.

The introduction reveals the investigated problem, importance of the thesis and the object of research and describes the purpose and tasks of the paper, research methodology, scientific novelty, the practical significance of results examined in the paper and defended statements. The introduction ends in presenting the author's publications on the subject of the defended dissertation, offering the material of made presentations in conferences and defining the structure of the dissertation.

Chapter 1 discusses the concept and importance of BIM in the construction sector. It also analyses the building planning phase and possibilities to use BIM at this phase; addresses the importance and risks of the building planning phase. The chapter closes with objectives of the dissertation.

Chapter 2 defines the concept of spatial site and building planning, identifies the elements of spatial site and building planning. This chapter also analyses the legal environment of the Lithuanian construction sector.

Chapters 3 analyses and describes the main components of the volume-related solution of the building, presents the developed conceptual model and algorithm for spatial site and building planning adapted to the Lithuanian construction sector. The chapter also includes empirical research.

6 articles focusing on the subject of the discussed dissertation are published: two articles – in the Thomson ISI data base, 2 – in peer reviewed journals, 1 – in peer reviewed international conference materials, 1 – in a Lithuanian set of conference articles. 3 presentations on the subject have been given in conferences at national and international level.

Žymėjimai

Simboliai

A – pastato atstumas iki sklypo ribos, m.

$a_{(reik)}$ – reikalingas atstumas iki sklypo ribos, m.

E – rodiklis, apibūdinantis statinio konstrukcijų elementų gebėjimą gaisro metu tam tikrą laiką išlaikyti vientisumą (sandarumą).

F – sklypo plotas, m².

H – pastato aukštis, m.

y – išvestis.

I – rodiklis, apibūdinantis statinio konstrukcijų elementų gebėjimą gaisro metu tam tikrą laiką išlaikyti izoliacines savybes.

I, II, III – statinio atsparumo ugniai laipsnių sistema.

L – automobilių stovėjimo aikštelės atstumas iki langų, m.

$P.1.1$ – gyvenamieji vieno buto pastatai.

$P.1.2$ – gyvenamieji dviejų butų pastatai.

$P.2.2I$ – sodų pastatai, esantys sodininkų bendrijose.

R – rodiklis, apibūdinantis statinio konstrukcijų elementų gebėjimą gaisro metu tam tikrą laiką išlaikyti apkrovą.

UT – sklypo užstatymo tankis, vnt. dalimis.

w_0, w_1, \dots, w_n – svoriai.

x_1, x_2, \dots, x_n – įvesčių aibė.

Z – želdynų plotas, proc.

Santrumpos

2D – dvimatė erdvė (plokštuma), naudojama grafiniams primityviems objektams kurti ir iš jų plojektuoti kreives bei figūras (angl. *Two Dimensions*).

3D – trimatė erdvė, naudojama kuriant taškų rinkinius, sujungiamus į linijas, kreives, plokštumas ir pan., kurias naudojant gaunami tūriniai kūnai (angl. *Three Dimensions*).

4D – keturmatė erdvė, kurioje trimatis kūnas dažniausiai atvaizduojamas laiko atžvilgiu (angl. *Four Dimensions*).

bar – baras (matavimo vienetas, naudojamas slėgiui matuoti).

BIM – statinio informacinis modeliavimas (angl. *Building Information Modeling*).

CAD – virtualių arba realių objektų projektavimo būdas naudojant kompiuterines technologijas (angl. *Computer-Aided Design*).

CCS – Danijoje sukurtas CUNECO klasifikatorius, tai yra yra struktūrizuota sistema, skirta statybos aplinkos informacijos tvarkymui (angl. *Cuneco Classification System*).

CK – civilinis kodeksas.

DNT – dirbtiniai neuroniniai tinklai.

EEB – Europos ekonominė bendrija (angl. *European Economic Community, EEC*).

ES – Europos Sąjunga.

IFC – universalus duomenų mainų standartas visai architektūros, inžinerijos ir statybos industrijai (angl. *Industry Foundation Classes*).

IRT – informacinės ir ryšio technologijos.

IS – informacinė sistema.

kV – kilovoltas (matavimo vienetas, kuriuo matuojama elektrinė įtampa).

LR – Lietuvos Respublika.

LST – Lietuvos standartas.

LST EN – Europos standartas.

LST EN ISO – tarptautinis standartas.

MLP – daugiasluoksnis perceptronas (angl. *Multilayer perceptron*).

PLM – produkto (viso projekto statybos pramonėje) valdymo procesas nuo konceptualios idėjos kūrimo, projektavimo ir gamybos iki priežiūros (administravimos ar ūkio valdymo) bei galutinio perdirdimo (rekonstrukcijos, griovimo, perdirdimo ar utilizavimo) (angl. *Product (Project) Lifecycle Management*).

REGIA – Lietuvos Respublikos adresų registro objektų tekstinių ir grafinių duomenų pagrindu funkcionuojantis adresų registro objektų interaktyvusis žemėlapis, kuriame teisės aktų nustatyta tvarka galima įrašyti geografiškai su adresų registro objektais susietus duomenis.

SPD – statybos produktų direktyva.

STR – statybos techninis reglamentas.

TPD – teritorijų planavimo dokumentas.

TPDRIS – Lietuvos Respublikos teritorijų planavimo dokumentų rengimo ir teritorijų planavimo proceso valstybinės priežiūros informacinė sistema.

VUS – virtualus miestų modeliavimas (angl. *Virtual urban simulation*).

Turinys

IVADAS.....	1
Problemos formulavimas.....	1
Darbo aktualumas.....	2
Tyrimų objektas.....	3
Darbo tikslas.....	3
Darbo uždaviniai.....	3
Tyrimų metodika.....	3
Darbo mokslinis naujumas.....	4
Darbo rezultatų praktinė reikšmė.....	4
Ginamieji teiginiai.....	4
Darbo rezultatų aprobavimas.....	5
Disertacijos struktūra.....	5
1. STATINIO INFORMACINIS MODELIAVIMAS IR PASTATO PLANAVIMAS: ESAMOS PADĖTIES IR GALIMYBIŲ ANALIZĖ.....	7
1.1. Statinio informacinio modeliavimo samprata.....	7
1.2. Išplėtojimas įvairiose šalyse.....	14
1.3. Statinio informacinis modeliavimas Lietuvoje.....	17
1.4. Statinio informacinio modeliavimo taikymas pastato planavimui.....	20
1.4.1. Trimačiai miestų modeliai.....	20
1.4.2. Statinio informacinis modeliavimas pastato planavimo etape.....	22
1.5. Pastato planavimo etapo reikšmė ir rizika.....	26

1.5.1. Teisiniai ginčai dėl pastato erdvių planinių sprendinių	27
1.5.2. Rizika statybos projekto planavimo etape	35
1.6. Pirmojo skyriaus išvados ir disertacijos uždavinių formulavimas.....	41
2. REIKALAVIMŲ SISTEMA SKLYPO UŽSTATYMO ERDVINIAM	
PLANAVIMUI.....	43
2.1. Sklypo užstatymo erdvinio planavimo samprata ir elementai	43
2.2. Teritorijų planavimas Lietuvoje.....	45
2.2.1. Žemės naudojimo paskirtis ir būdai	48
2.2.2. Pastato paskirtis	51
2.3. Statybos proceso reglamentavimas Lietuvoje ir sklypo užstatymo erdvinis planavimas	57
2.4. Valstybės įstaigų skaitmeninimo priemonės Lietuvos statybų sektoriuje	66
2.5. REGIA sistema	69
2.6. Reikalavimai pastato erdvinio modelio tūriniam sprendiniam	70
2.6.1. Reikalavimai, nustatyti teritorijų planavimo dokumentuose	70
2.6.2. Reikalavimai, nustatyti statinių saugos ir paskirties dokumentuose	73
2.6.3. Reikalavimai, nustatyti kituose teisės aktuose	78
2.7. Reikalavimai privalomųjų sklypo dalių išskyrimui	84
2.7.1. Priėjimai ir privažiavimai prie pastato.....	84
2.7.2. Automobilių saugykla	85
2.7.3. Želdynai ir aikštelės	88
2.7.4. Dviračių saugykla	90
2.7.5. Vieta buitiniams atliekoms laikinai sandėliuoti	91
2.7.6. Inžinerinių sistemų statiniai (transformatorinės ir kita).....	91
2.7.7. Servitutai	91
2.8. Antrojo skyriaus išvados.....	93
3. SKLYPO UŽSTATYMO ERDVINIO PLANAVIMO KONCEPCIJA	95
3.1. Pastato tūrinis sprendinys	95
3.1.1. Pastato vieta sklype	96
3.1.2. Pastato erdvinė forma.....	96
3.1.3. Pastato išorės atitvarų charakteristikos	97
3.2. Sklypo užstatymo erdvinio planavimo koncepcinio modelio sudarymas	99
3.3. Modelio praktinio pritaikymo pavyzdys naudojant Matlab ir dirbtinius neuroninius tinklus	116
3.3.1. Detaliojo plano sprendinių apžvalga	117
3.3.2. Uždavinio sprendimas Matlab sistemoje	118
3.3.3. Dirbtinių neuroninių tinklų pritaikymas sklypo užstatymo erdviniam planavimui	121
3.4. Trečiojo skyriaus išvados	129
BENDROSIOS IŠVADOS	131
LITERATŪRA IR ŠALTINIAI.....	133

AUTORĖS MOKSLINIŲ PUBLIKACIJŲ DISERTACIJOS TEMA SĄRAŠAS	145
SUMMARY IN ENGLISH.....	147
PRIEDAI ¹	161
A priedas. Žemės sklypų skirstymas pagal teritorijų planavimo dokumentuose nustatytą naudojimo būdą	162
B priedas. Teritorijos naudojimo tipų turinys	166
C priedas. Teritorijų planavimą, žemės tvarkymą (sklypo formavimą) ir statinių projektavimą bei statybą reglamentuojantys poįstatyminiai (įstatymų įgyvendinamieji) teisės aktai.....	172
D priedas. Visų statybos procesą reglamentuojančių statybos techninių reglamentų suvestinė	174
E priedas. Rekomenduojamos didžiausios leistinos žemės sklypų užstatymo tankio ir užstatymo intensyvumo reikšmės	178
F priedas. Reikalavimai, turintys įtaką sklypo planavimui.....	181
G priedas. Dirbtinio neuroninio tinklo kūrimo seka.....	210
H priedas. Bendra autorių sutikimai teikti publikacijose skelbtą medžiagą mokslo daktaro disertacijoje	216
I priedas. Autorės mokslinių publikacijų disertacijos tema kopijos	221

¹Priedai pateikiami pridėtoje kompaktinėje plokštelėje.

Contents

INTRODUCTION	1
Formulation of the problem	1
Relevance of the thesis	2
The object of research	3
The aim of the thesis	3
The objectives of the thesis	3
Research methodology	3
Scientific novelty of the thesis.....	4
Practical value of the research findings	4
Defended statements.....	4
Approval of the research findings	5
The structure of the dissertation	5
 1. BUILDING INFORMATION MODELING AND BUILDING PLANNING:	
ANALYSIS OF CURRENT SITUATION AND POSSIBILITIES.....	7
1.1. The concept of Building Information Modeling	7
1.2. Development in variuos countries	14
1.3. Building Information Modeling in Lithuania.....	17
1.4. Building Information Modeling and building planning.....	20
1.4.1. Three Dimensions city models	20
1.4.2. Building Information Modeling at the building planning phase	22
1.5. Importance and risks of the building planning phase	26

1.5.1. Legal disputes on spatial design solutions of buildings.....	27
1.5.2. Risks at the building project planning phase	35
1.6. The conclusions of the first chapter and the tasks for dissertation	41
 2. THE SYSTEM OF REQUIREMENTS OF SPATIAL BUILDING AND SITE PLANNING	43
2.1. Concept and elements of the spatial building and site planning.....	43
2.2. Spatial planning in Lithuania	45
2.2.1. Land use and methods.....	48
2.2.2. Purpose of the building	51
2.3. Construction process regulation in Lithuania and spatial building planning.....	57
2.4. Digitalization tools for public bodies in the Lithuanian construction sector	66
2.5. REGIA system in Lithuania.....	69
2.6. Requirements for volume-related solutions of spatial building models.	70
2.6.1. Requirements of spatial planning documentation.	70
2.6.2. Requirements of building safety and use documentation.	73
2.6.3. Requirements of other legislation.	78
2.7. Requirements for mandatory elements of the site.	84
2.7.1. Access roads to the building.....	84
2.7.2. Car parking.....	85
2.7.3. Green areas and playgrounds.....	88
2.7.4. Bicycle storage.	90
2.7.5. Site for temporary storage of household waste.	91
2.7.6. Engineering system buildings (transformer stations, etc.)	91
2.7.7. Easements.....	91
2.8. The conclusions of the second chapter	93
 3. CONCEPTION OF SPATIAL BUILDING AND SITE PLANNING	95
3.1. Volume of the building.....	95
3.1.1. Building location on the site.....	96
3.1.2. Three-dimensional shape of the building	96
3.1.3. Characteristics of external partition walls of the building	97
3.2. Conceptual modelling of spatial building and site planning	99
3.3. Example of practical use of the model with Matlab and artificial neural networks	116
3.3.1. Overview of detailed plan solutions.....	117
3.3.2. Solution in the Matlab system	118
3.3.3. Adapting artificial neural networks for spatial building and site planning.....	121
3.4. The conclusions of the third chapter.....	129
 GENERAL CONCLUSIONS	131
 REFERENCES	133

LIST OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS BY THE AUTHOR ON THE TOPIC OF THE DISSERTATION	145
SUMMARY IN ENGLISH.....	147
ANNEXES ¹	161
Annex A. Classification of sites of land by their use indicated in spatial planning documentation.....	162
Annex B. Content of the types of use of territories.....	166
Annex C. Spatial planning, site formation, building design and construction legislation	172
Annex D. Aggregated information of all construction technical regulations governing the construction process	174
Annex E. The maximum amount of site coverage and building intensity values.....	178
Annex F. Requirements affecting site planning.....	181
Annex G. Development of artificial neural network	210
Annex H. The coauthors agreements to present publications in the dissertation	216
Annex I. Copies of scientific publications by the author on the topic of the dissertation.....	221

¹The annexes are supplied in the enclosed compact disc.

Išvadas

Problemos formulavimas

Besivystantis statybų sektorius reikalauja operatyvių sprendimų, todėl vis labiau kyla poreikis statybos procese taikyti informacines technologijas. Siekiama, kad informacija apie statinį būtų keičiamasi skaitmeninėje erdvėje, t. y. statiniai būtų modeliuojami, visas statybos procesas valdomas ir statinys naudojamas pasitelkiant BIM technologiją. Skaitmeninės statybos vystymas šiuo metu yra prioritetinė veiklos kryptis visame pasaulyje, įskaitant ir Lietuvą (Skaitmeninės statybos... 2014; Volk *et al.* 2014).

Kiekvieno pastato gyvavimo ciklas prasideda nuo jo planavimo. Pastato planavimo arba priešprojektinėje stadijoje priimami veiksmingiausi sprendimai: šioje stadijoje priimtų sprendinių keitimas tiek laiko, tiek finansiniu atžvilgiais kainuoja mažiausiai, lyginant su projektavimo, o tuo labiau statybos metu keičiamais sprendiniais (Eastman *et al.* 2008; Bryde *et al.* 2013; Abbas *et al.* 2016). Nuo planavimo etape priimtų sprendimų didele dalimi priklauso pastato architektūrinių planinių sprendinių sėkmė (Heravi *et al.* 2015), sklypo, o tuo pačiu ir pastato naudojimo patogumas, ekonominiai projekto įgyvendinimo rodikliai.

Kiekvienas pastatas yra tam tikroje teritorijoje (sklype). Teritorijų planavimo dokumentuose tiek sklypui, tiek jame statomiems pastatams yra nustatomi tam tikri reikalavimai (pastatų aukštingumo, sklypo užstatymo tankio, intensyvumo,

galimi užstatymo tipai, priklausomųjų želdynų plotai ir kt.). Šiuo metu teritorijų planavimas ir pastatų projektavimas didžiąja dalimi atvejų vykdomi atsietai vienas nuo kito. Siekiant racionalesnio ir efektyvesnio statybos projekto įgyvendinimo didesnis dėmesys turėtų būti kreipiamas į pastato planavimo etapą. Teritorijų planavimo dokumentuose nustatyti reikalavimai turi būti įvertinami jau pastato planavimo etape. Šiuo metu Lietuvoje pastato planavimo etape turi būti atliekami statybiniai tyrinėjimai, gaunamos prisijungimo sąlygos, specialieji reikalavimai, renkama informacija iš teritorijų planavimo dokumentų, nekilnojamojo turto kadastro ir registro, atliekami kiti paruošiamieji darbai. Nepaisant to, pastato planavimo etapas nėra detaliai reglamentuotas. Siekiant aiškesnio, informatyvesnio ir naudingesnio pastato planavimo etapo (kaip pradinės statybos proceso grandies) įgyvendinimo būtina sukurti su teritorijų planavimo sistema susietą sklypo užstatymo erdvinio planavimo modelį, kuris būtų tolimesnio visapusiško pastato informacinio modeliavimo skaitmeninėje erdvėje pagrindas. Taip pat pažymėtina, kad kiekvienoje šalyje statybos procesas yra reglamentuojamas skirtingai, todėl būtina sukurti Lietuvos statybų sektoriui pritaiktą sklypo užstatymo erdvinio planavimo koncepciją.

Darbo aktualumas

Šiuo metu pasaulyje mokslininkai plačiai nagrinėja statinio informacinio modeliavimo (BIM) procesą (Blackwell 2015; Chen *et al.* 2015), teritorijų planavimo problematiką. Tyrimų, kurie sujungtų teritorijų planavimą ir statinio informacinį modeliavimą nėra daug. Dažniausiai nagrinėjamas statinio informacinis modelis ir vienas ar keli teritorijų planavimo aspektai, pvz. insoliacija, aplinkinis užstatymas ir pan., arba programinės įrangos integracijos ypatumai (Kim *et al.* 2015; Chen *et al.* 2014; Niu *et al.* 2015). Tačiau siekiant sukurti kuo tikslesnį statinio informacinį modelį yra būtina žinoti bei kuo anksčiau įvertinti išsamią ir visapusišką informaciją apie teritoriją, kurioje statinys planuojamas. Disertacijoje sukurtas sklypo užstatymo erdvinio planavimo koncepcinis modelis ir pritaikytas Lietuvos statybos sektoriui. Modelį įgyvendinus praktikoje būtų galima greitai keisti pagrindinius pastato parametrus (matmenis, erdvinę formą ir kt.), numatyti reikalingas sklypo planavimo dalis (želdynus, priėjimus, privažiavimus prie pastato ir kt.) bei nedelsiant, remiantis sukaupta reikalavimų duomenų baze, patikrinti suplanuoto pastato bei sklypo atitiktį teritorijų planavimo dokumentų ir kitų statybos teisės aktų reikalavimams. Tokiu būdu ilgai neužtrunkant galima būtų parinkti racionaliausią pastato pirminį modelį, kurio pagrindu būtų atliekamas tolesnis detalus pastato ir sklypo sutvarkymo projektavimas.

Tyrimų objektas

Tyrimo objektas – sklypo užstatymo erdvinis planavimas skaitmeninėje BIM aplinkoje, įvertinant teritorijų planavimo dokumentų ir Lietuvos statybos teisės aktų reikalavimus.

Darbo tikslas

Darbo tikslas – sukurti sklypo užstatymo erdvinio planavimo sistemos koncepcinį modelį skaitmeninėje aplinkoje, integruojantį teritorijų planavimo dokumentų ir statybos teisės aktų reikalavimus, kurio pagalba būtų efektyviau atliekamas sklypo užstatymo planavimas.

Darbo uždaviniai

Darbo tikslui pasiekti darbe reikia spręsti šiuos uždavinius:

1. Atlikti mokslinės literatūros analizę dėl BIM panaudojimo pastato planavimo etape.
2. Apibrėžti sklypo užstatymo erdvinio planavimo sampratą.
3. Atlikti teisinės aplinkos, skaitmeninimo priemonių analizę, siekiant apibrėžti reikalavimų sistemą sklypo užstatymo erdviniam planavimui.
4. Nustatyti sklypo užstatymo erdvinio planavimo elementus ir sukurti sklypo užstatymo erdvinio planavimo koncepcinį modelį BIM aplinkoje, bei pritaikyti jį Lietuvos statybos sektoriui.
5. Numatyti bei pasiūlyti sukurto modelio plėtojimo galimybes, pateikti modelio praktinio pritaikymo pavyzdį.

Tyrimų metodika

Rengiant disertaciją buvo taikoma užsienio ir Lietuvos mokslinių šaltinių analizė, sintezė bei apibendrinimas. Siekiant įgyvendinti darbo tikslą buvo taikyti tokie tyrimo metodai, kaip duomenų lyginimas, grupavimas, detalizavimas. Nustatant teisės aktų reikalavimus buvo atlikta Lietuvos Respublikoje priimtų įstatymų ir įstatymus lydinčių teisės aktų apžvalga, analizė ir sisteminimas. Tyrimo metu naudotos tik aktualios teisinių dokumentų redakcijos, teisiniai dokumentai skaityti

oficialiuose Lietuvos Respublikos tinklalapiuose. Disertacijoje pasiūlyto sklypo užstatymo erdvinio planavimo koncepcinio modelio praktinio pritaikymo pavyzdys pateiktas uždavinio sprendimui panaudojant Matlab ir dirbtinius neuroninius tinklus.

Darbo mokslinis naujumas

Rengiant disertaciją buvo gauti šie statybos inžinerijos mokslui nauji rezultatai:

1. Apibrėžta sklypo užstatymo erdvinio planavimo samprata.
2. Pasiūlytas pirmojo BIM etapo – pastato planavimo – papildymas, t. y. sklypo užstatymo erdvinis planavimas. Nustatyti būtini sklypo užstatymo erdvinio planavimo elementai (sudėtinės dalys).
3. Sukurtas sklypo užstatymo erdvinio planavimo koncepcinis modelis pastato ir sklypo planavimui BIM aplinkoje, sukurtas koncepcinis modelis pritaikytas Lietuvos statybų sektoriui.
4. Nustatyta, kad siekiant sklypo užstatymo erdvinį planavimą atlikti greičiau, galima formuoti pastato modelį iš pavyzdžių, tam gali būti pritaikyti dirbtiniai neuroniniai tinklai.

Darbo rezultatų praktinė reikšmė

Tyrimo rezultatai gali būti naudingi investicinių projektų rengėjams, projektuotojams, statytojams (užsakovams) ir kitiems statinio planavimo stadijoje dalyvaujantiems subjektams. Tyrimo rezultatus taip pat gali taikyti valstybinės institucijos, tikrinančios planuojamų statinių atitiktį teisės aktų reikalavimams.

Ginamieji teiginiai

1. BIM aplinkoje pastato planavimo etapas gali būti papildytas (dalinai pakeistas) sklypo užstatymo erdvinio planavimo etapu, kurio metu yra įvertinami teritorijų planavimo ir normatyvinių statybos techninių dokumentų reikalavimai. Taip galima būtų pasiekti racialesnio statybos projekto įgyvendinimo.

2. Sklypo užstatymo erdvinis planavimas susideda iš keturių pagrindinių sprendinių grupių: reikalavimų pastato tūriniams sprendiniams, reikalavimų privalomųjų sklypo dalių išskyrimui, 3D skaitmeninio teritorijų planavimo dokumento ir preliminarus pastato tūrinio sprendinio. Tik preliminarus pastato tūrinis sprendinys erdvinio planavimo metu gali būti keičiamas, kiti paminėti elementai planavimo metu lieka pastovūs.
3. Pasiūlytas sklypo užstatymo erdvinio planavimo koncepcinis modelis leidžia detalai ir visapusiškai įvertinti pagrindinius pastato, sklypo, inžinerinių tinklų ir susisiekimo komunikacijų sprendinius.

Darbo rezultatų aprobavimas

Disertacijos tema yra paskelbti šeši moksliniai straipsniai: du – mokslo žurnaluose, įtrauktuose į Thomson ISI sąrašą (Komarovska *et al.* 2015a, Ustinovičius *et al.* 2017); du – kituose recenzuojamuose leidiniuose (Komarovska *et al.* 2015b; Peckienė 2015), vienas – recenzuojamoje tarptautinės konferencijos medžiagoje (Peckienė *et al.* 2013), vienas – Lietuvos konferencijų straipsnių rinkinyje (Peckienė 2014).

Disertacijoje atliktų tyrimų rezultatai buvo paskelbti trijose mokslinėse konferencijose:

- 11-ojoje tarptautinėje konferencijoje “Modern Building Materials, Structures and Techniques”, MBMST 2013.
- 12-ojoje tarptautinėje konferencijoje “Modern Building Materials, Structures and Techniques”, MBMST 2016.
- 17-ojoje Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijoje „Mokslas – Lietuvos ateitis“ 2014 m. Vilniuje.

Disertacijos struktūra

Disertaciją sudaro įvadas, trys skyriai ir bendrosios išvados. Taip pat yra 9 priedai.

Darbo apimtis yra 162 puslapiai, neskaitant priedų, tekste yra 31 paveikslas ir 17 lentelių. Rašant disertaciją buvo panaudoti 159 literatūros šaltiniai.

Statinio informacinis modeliavimas ir pastato planavimas: esamos padėties ir galimybių analizė

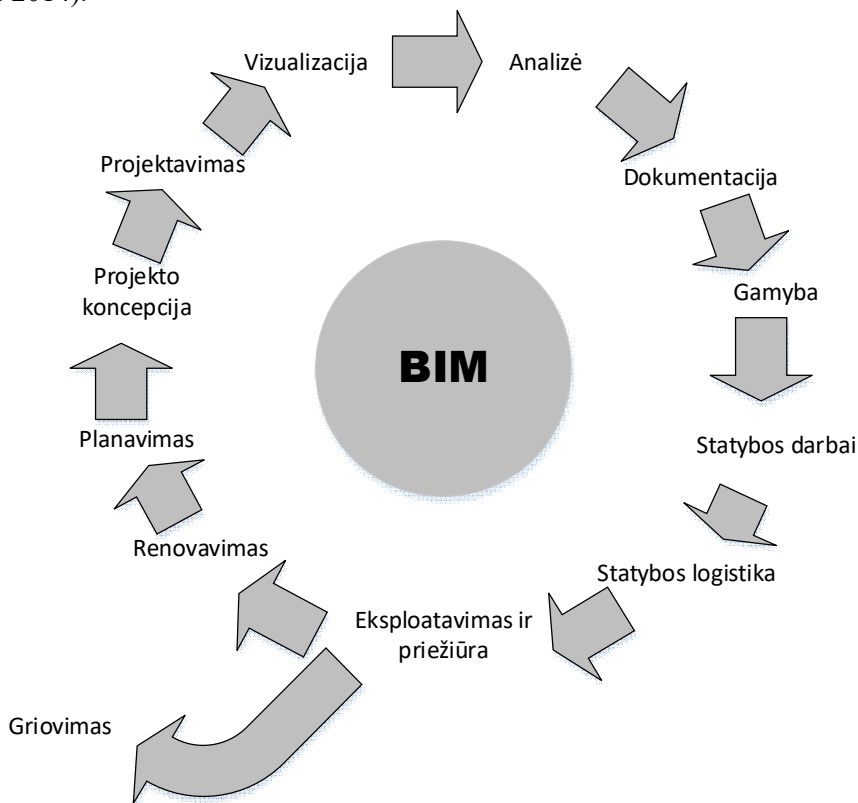
Šiame skyriuje aptariama BIM samprata ir reikšmė statybos sektoriuje. Trumpai apžvelgiamas BIM išplėtojimas Lietuvoje ir pasaulyje. Taip pat analizuojamas pastato planavimo etapas ir BIM panaudojimo galimybės jo metu, aptariama pastato planavimo etapo reikšmė ir rizika. Skyriaus pabaigoje yra suformuluoti disertacijos uždaviniai.

Skyriuje nagrinėjama tema autorė kartu su bendraautoriais paskelbė dvi publikacijas (Peckienė *et al.* 2013; Peckienė 2014).

1.1. Statinio informacinio modeliavimo samprata

BIM (angl. *Building Information Modeling*) – statinio informacinis modeliavimas. Tai procesas, kurio metu kuriamas grafinis informacinis statinio modelis, sujungiantis visas statinio projektines dalis ir jo gyvavimo ciklą: planavimą, projektavimą, statybą, eksploataciją, rekonstrukciją, uždarymą ar nugriovimą (1.1 pav.). BIM modelis – virtualus objekto modelis, sukomponuotas iš atskirų informacinių elementų: geometriniai objektų parametrai (dydis, tūris ir t. t.); iš kokių medžiagų

pagaminti – objektų fiziniai parametrai (masė, medžiaga, fizikinės konstantos ir t. t.); kokioms funkcijoms skirti – techniniai ir technologiniai objektų parametrai; kokios eksploatacijos charakteristikos – suteikti (priskirti) objektų parametrai (vardas, skerspjūvis, ženklavimas, standartai ir t. t.) ir pan. Visa ši informacija sukuria išmaniuosius pastato elementus, kurie gali atsiliiepti į užklausas ir pateikti turimą informaciją norima forma – grafine ir skaitine (Skaitmeninės statybos... 2014).



1.1 pav. Klasikinė statinio informacinio modeliavimo schema (Bexel Consulting 2015)

Fig. 1.1. Classical scheme of building information modeling (Bexel Consulting 2015)

Statinio informacinis modeliavimas (BIM) yra darbo būdas, paremtas bendradarbiavimu, pritaikant skaitmenines technologijas, kurios atveria efektyvesnius projektavimo metodus, kuria ir palaiko turto vertę. Teigiami statybos proceso pokyčiai priklauso nuo to, kaip gerai ir kurioje projekto stadijoje visa projekto komanda pradeda bendradarbiaudami dirbti su statinio skaitmeniniu modeliu. Kuo

anksčiau modelis sukuriamas ir išplatinamas, tuo BIM naudojimas yra efektyvesnis (Eastman *et al.* 2008). Įtakos projekto kainai per visą projekto gyvavimo laikotarpį diagrama parodyta 1.2 paveiksle. Šiuo metu BIM daugiausiai naudojamas vėlesnėse projektavimo arba ankstesnėse statybos stadijose. BIM panaudojimas nuo pat projektavimo pradžios arba netgi statybos planavimo stadijoje turėtų didelę įtaką statybos kainai. Statybos proceso tradicinės projektavimo stadijos su sąnaudų pokyčiais parodytos 1.3 paveiksle.



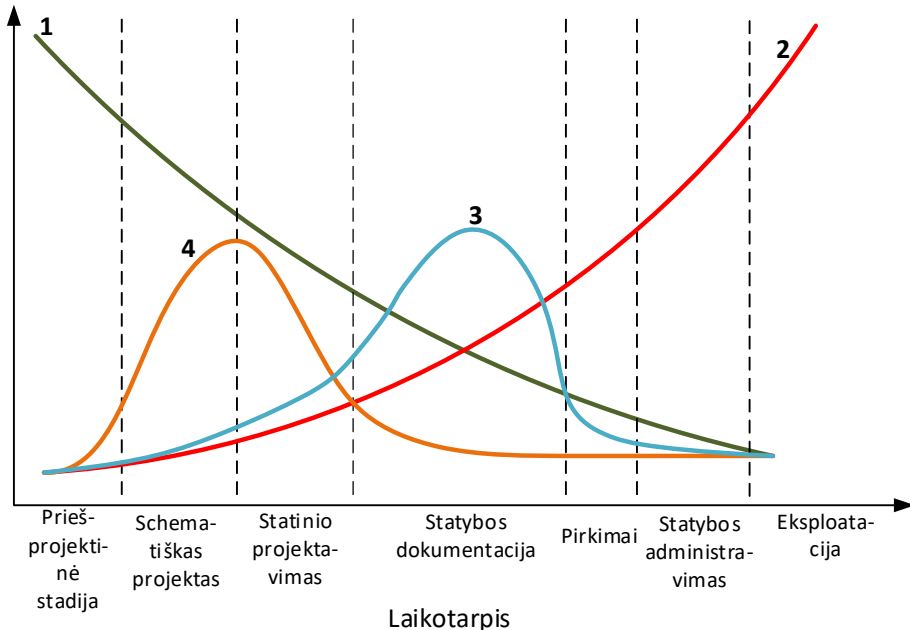
1.2 pav. Įtakos projekto kainai per visą projekto gyvavimo laikotarpį diagrama (Eastman *et al.* 2008)

Fig. 1.2. Flowchart of impact on the project price during its life-cycle (Eastman *et al.* 2008)

BIM užtikrina efektyvų informacijos valdymą viso projekto metu – nuo koncepcijos iki įgyvendinimo. BIM transformuoja visus statybos sektoriaus procesus. Daugelis pasaulio šalių pradeda suprasti BIM galimybes ir investuoti į jo plėtojimą. BIM technologija turi būti suprantama kaip bendradarbiavimas tarp statybos sektoriaus ir informacinių technologijų pramonės, sukuriantis aplinką, kurioje įvyksta abiejų sektorių sinergija ir atsiveria naujos galimybės (Blackwell 2015). BIM naudojimo privalumai (Wang *et al.* 2013):

- sumažinta projekto įgyvendinimo kaina;
- sumažintas klaidų skaičius statybos dokumentacijoje;

- geresnė pasiūlymų ir viešųjų pirkimų analizė;
- geresnis statybos sekos koordinavimas;
- galimybė identifikuoti konfliktus, kurie gali kilti statybos metu;
- geresnės galimybės atlikti įvairių situacijų modeliavimą ir analizę;
- geresnis užsakovų ir galutinių vartotojų supratimas apie galutinį produktą.



- 1 – Galimybė daryti įtaką kainai ir funkcinėms savybėms
- 2 – Projekto pakeitimo kaina
- 3 – Tradicinis projektavimo procesas
- 4 – Pageidautinas projektavimo procesas

1.3 pav. Statybos proceso tradicinės projektavimo stadijos su sąnaudų pokyčiais
(Eastman *et al.* 2008)

Fig. 1.3. Traditional design stages of the construction process with cost developments (Eastman *et al.* 2008)

Naudotojai kaip didžiausius ir svarbiausius BIM privalumus nurodo piniginių lėšų sutaupymus, kontrolės viso projekto metu galimybę ir laiko sutaupymus. Dažniausiai nurodomas trūkumas – BIM programinės įrangos naudojimo būtinumas (Bryde *et al.* 2013).

BIM taikymo nauda:

1. Ekonomiškesnis statybų procesas. Kadangi kuriant skaitmeninį statinio modelį (BIM modelį) tenka viską tiksliai suprojektuoti, nėra projektavimo klaidų, kurių taisymas statybų aikštelėje labai brangiai kainuoja. Be to, išvengiama perteklinių kiekių paskaičiavimų, t. y. biudžeto augimo, nes iš skaitmeninio modelio galima išgauti tikslius medžiagų kiekius.
2. Greitesnė ir pigesnė priežiūra, remontai ir renovacija, nes skaitmeninis statinio modelis – tai vienoje vietoje esanti informacija, kuri naudotina tiek statybos, tiek pastatų remonto ar renovacijos darbams. Pvz., renovuojamų pastatų skaitmeninė informacija mažiausiai 2 kartus atpigintų rekonstrukcijų projektavimo kainą ir greitį.
3. Geresnis naujų teritorijų planavimas bei projektavimas, mažiau klaidų ir racionalesni sprendimai. Vieninga informacija apie statinius ir inžinerinius tinklus suteikia galimybę kokybiškiau projektuoti naujus statinius ar tinklus esamoje aplinkoje.
4. Kokybiškesnis ir racionalesnis projektavimo procesas, t. y. mažesnis objekto pakeitimų poreikis ateityje. BIM modelis vizualizuoja visų projektavimo dalių projektinius sprendinius, todėl užsakovas geriau suvokia rezultatus, eliminuojamos klaidos tarp atskirų projekto dalių.
5. Vieninga realistinė informacija apie objektą. Kadangi statinio informacinis modelis yra tikslus projekto duomenų rinkinys, galima išvengti klaidų, kurios kyla tais atvejais, kai oficialūs projektų brėžiniai neatitinka tikrovės, ir reikia papildomų pastangų tikrinti brėžinių patikimumą (Apie BIM metodologijos... 2014).

Šiuo metu BIM taikymo ir plėtojimo galimybės yra plačiai nagrinėjamos visame pasaulyje (Popov *et al.* 2010; Bryde *et al.* 2013; Chien *et al.* 2014; Miettinen, Paavola 2014). BIM nagrinėjamas įvairiais aspektais: informacijos valdymo statybos fazės metu (Lin 2014; Lin 2015), internetinių statybos darbų žurnalų taikymo (Tserng *et al.* 2014), egzistuojančių pastatų BIM modelio kūrimo panaudojant lazerinį skanavimą (Mill *et al.* 2013; The American... 2016), 4D CAD projektavimo efektyvumo lyginant su 2D CAD projektavimu (Reizgevicus *et al.* 2014), duomenų mainų taikant IFC standartą (Migilinskas *et al.* 2013), BIM informacijos valdymo modelio iš valstybės perspektyvos (Rezgui *et al.* 2013). Nepaisant to, šiuo metu daugiausia BIM yra naudojamas tik kaip vizualizacijos priemonė. BIM vystymas vis dar yra pradinėje stadijoje, nepaisant didelio jo potencialo (Cao *et al.* 2015). Statinio informacinis modelis (BIM) rizikuoja būti „aklu ir kurčiu“, jei jame esanti informacija nėra realioju laiku sinchronizuojama su vykstančiu statybos procesu. BIM turi būti sistema, kurioje tiksli informacija turi būti visuomet pasiekiamą reikiamu metu reikiamoje formoje reikiamam asmeniui (Chen *et al.* 2015).

Siekiant sukurti sąlygas kuo platesniam BIM naudojimui, turi būti sukurti informacijos klasifikatoriai. Klasifikatorius – duomenims grupuoti skirtas susistemintas objektų ar jų grupių sąrašas, į kurį įtraukiami pagal tam tikrą struktūrą sudaryti objektų ar jų grupių kodai, pavadinimai ir požymių aprašymai (Skaitmeninės statybos... 2014).

Skaitmeninės statybos klasifikatorius – tai visų bendrai naudojama sistema, padidinanti darbo našumą ir veiksmingumą keičiantis informacija tarp atskirų projekto rengėjų grupių. Ši bendra bazė sukuria skaitmeninio bendradarbiavimo statybos pramonėje prielaidas. Šiuolaikinė statybos pramonė susiduria su iššūkiais, kuriuos sukelia programinės įrangos ir projektavimo būdų įvairovė. Statybos dalyviai dažnai vartoja skirtingus žodžius tiems patiems dalykams apibūdinti, todėl kyla problemų perduodant duomenis tarp skirtingų BIM programinės įrangos sistemų. Perkeliant svarbią projekto informaciją iš vieno projekto formato į kitą, sugaištama daug laiko ir padidėja klaidų tikimybė. Tik klasifikavimas padeda užtikrinti, kad visoje skaitmeninės statybos sistemoje būtų vartojami vienodi terminai. Klasifikavimo sistema yra tarsi bendra sutartinė kalba, kuri būtina, kad visų projekto dalių atstovai galėtų bendrauti suprasdami vieni kitus. Klasifikatorius reikalingas siekiant aiškiai komunikuoti per visą statinio kūrimo, statybos ir eksploatavimo procesą.

Klasifikatorių sudaro dvi pagrindinės dalys: klasifikavimo sistema ir identifikavimo sistema. Klasifikavimas naudojamas įvairių pastato elementų paskirčiai nusakyti, o identifikavimas – kiekvienam pastato elementui atpažinti, jo ypatyboms nustatyti. Statybos klasifikatorius turi atitikti tris pagrindinius reikalavimus:

- a) klasifikatorius turi būti labai paprastas ir sukurtas pagal šalies ar regiono statybos ypatybes. Jame visi statybos elementai turi būti apibrėžti klasifikavimo kodais;
- b) statinio elementų kodai turi būti lengvai atpažįstami, kad kiekvienas projekto dalyvis aiškiai suprastų, apie kokią elementą kalbama. Be to, elementų kodus turi lengvai atpažinti IFC duomenų mainų standartą palaišančios programos;
- c) labai svarbu, kad klasifikavimo kodai būtų pastovūs ir niekada nekistų. Sistemą galima nebent papildyti nauju kodu, jei rinkoje atsiranda naujas statybos elementas (Aksomitas 2015).

Klasifikavimo sistema naudojama tam, kad pastato elementus būtų lengva atskirti vienus nuo kitų, o identifikavimo sistema – kad kiekvieną iš elementų būtų galima apibūdinti individualiai. Visi pastato elementai priklauso tam tikrai statybos elementų grupei, tad statinio informaciniame modelyje negali būti nė vieno nesuklasifikuoto elemento.

Apibendrinant statybos klasifikatorius teikia didelę naudą:

- sumažina klaidų riziką ir pagerina projekto kokybę;

- stiprina projekto komandų bendravimą ir bendradarbiavimą, užtikrina informacijos mainus;
- užtikrina aiškius susitarimus (Aksomitas 2015).

Vienas svarbiausių sėkmingo statinio informacinio modeliavimo technologijos diegimo veiksnių yra suvokimas, kad statinio realizacijos procesai – projektavimas, gamyba, statyba ir objekto valdymas – yra bendros sistemos dalis, kad informacija apie statinį, tam tikrame etape sukurta vieno iš dalyvių, yra vertinga kitiems proceso partneriams. Todėl visų projekto dalyvių perėjimas prie naujų ir suvienodintų darbo metodų yra būtinybė, o kartu vienas esminių sunkumų, su kuriuo susiduriama bandant visapusiškai įsisavinti BIM technologiją. Iki šiol pasaulyje nėra sukurta programinė įranga, kuri gebėtų palaikyti bendro modelio koncepciją visose projekto vykdymo stadijose, taip pat visuose statinio gyvavimo ciklo etapuose. Pastaruoju metu architektūros, inžinerijos ir statybos industrijos programinės įrangos plėtra siejama su integruoto statinio informacinio modelio koncepcija. Ši tendencija atsirado dėl kelių veiksnių:

1. Naudojant vieną programinę įrangą, pernelyg sudėtinga veiksmingai modeliuoti visus statinio gyvavimo ciklo verslo procesus.
2. Verslo procesai ir darbo eiga yra gana skirtingi įvairiuose pramonės segmentuose, atsižvelgiant į gyvavimo ciklo etapą (projektavimas, statyba, eksploatacija).
3. Dirbant bendro informacinio modelio terpėje, reiktų daug pakeitimų tradiciniuose verslo procesuose ir informacijos valdymo infrastruktūroje (Popov 2015).

Jokia programa neapėmė visų statybos projektavimo ir gamybos sričių, todėl įvairių sričių specialistai, sprenddami savo specifines užduotis, naudoja tai, kas jiems tinkamiausia. Suderinama programinė įranga leidžia skirtingos programinės įrangos naudotojams dirbti kartu.

BIM modeliai išsiskiria sudėtinga trimate geometrija, išmanumu, daugybe parametrų ir įvairia papildoma informacija apie kiekvieną objektą. Duomenų mainai tarp BIM sistemų yra gerokai sudėtingesni nei tarp senesnių automatinio projektavimo programų. Tad, siekiant bendradarbiauti įgyvendinant projektą, būtina tinkamai organizuoti duomenų mainus, laikantis BIM reikalavimų ir standartų.

Šiuo metu vienintelis nepriklausomas ir universalus duomenų mainų standartas visai architektūros, inžinerijos ir statybos industrijai yra IFC (angl. *Industry Foundation Classes*). Šio standarto ypatybės leidžia naudoti neutralius formatus ne tik kaip keitimosi duomenimis tarp dviejų programų priemonę, bet ir kaip daugiašalių duomenų mainų platformą (Skaitmeninės statybos... 2014).

IFC formatas turi neutralią ir atvirą specifikaciją, kuri nėra kontroliuojama vieno arba grupės programinės įrangos kūrėjų. Tai atviras duomenų modelio failo

formatas, kurį sukūrė aljansas „buildingSMART International“ (angl. *International Alliance for Interoperability, IAI*) ir kuris palengvina integraciją architektūros, inžinerijos ir statybos pramonėje.

IFC išsiskiria sudėtinga semantine failo struktūra, kurioje telpa daug informacijos apie statybos objektus ir subjektus, procesus, technologijas ir su jais susijusias sąvokas. Pastaruoju metu IFC dažniausiai siejamas su statinio informacinio modeliavimo ir produkto gyvavimo ciklo valdymo (angl. *Product (Project) Lifecycle Management, PLM*) technologijomis (Popov 2015).

1.2. Išplėtojimas įvairiose šalyse

Pasaulyje veikia tarptautinis aljansas „buildingSMART International“, kuris siekia prisidėti prie centralizuoto BIM technologijų diegimo, kad projektai būtų įgyvendinami veiksmingiau. Aljansui priklauso Šiaurės Europos šalys, Didžioji Britanija, Airija, Vokietija, Austrija, Šveicarija, Beniliukso šalys, Prancūzija, Ispanija, Portugalija, Italija, JAV, Kanada, Japonija, Korėja, Kinija, Austrija, Singapūras. Aljanso nariu gali tapti projektavimo organizacija, nekilnojamojo turto plėtotojas ar operatorius, statybos organizacija, statybos produktų gamintoja, programinės įrangos gamintojas, mokslinių tyrimų ar mokslo įstaiga, Vyriausybės agentūra, techninė asociacija. Kiekvieno regioninio aljanso nariai veikia pagal vietos papročius ir tame regione taikomus standartus. Regioninis Šiaurės Europos šalių aljanso skyrius „buildingSMART Nordic“ įkurtas dar 1996 m. ir vienija Daniją, Suomiją ir Švediją. „buildingSMART Nordic“ koncentruojasi į vieningo tarptautinio duomenų mainų IFC standarto vystymą ir nacionalinių BIM reikalavimų kūrimą bei diegimą (Buildingsmart 2016; Skaitmeninės statybos... 2014).

Danijoje skaitmeninė statyba yra vyriausybės iniciatyva, kurią remia ir įgyvendina verslo ir mokslo organizacijos ir kuri turi užtikrinti Danijos statybos sektoriaus efektyvumą per viešąjį interesą. Siekiama, kad ta pati informacija būtų naudojama visuose statybos proceso etapuose. Nuo 2007 m. statybos sektoriui iškeltas reikalavimas naudoti informacines ir ryšių technologijas komunikacijai elektroniniuose pirkimuose, rengiant projektus ir užbaigtus objektus perduodant vartotojams. 2010 metais danų ir anglų kalbomis paskelbti dokumentai, apibendrinantys, kas yra skaitmeninė statyba dabartiniame etape ir kaip ji siejasi su Danijos reglamentais. Nuo 2007 metų statybos įmonės ir konsultantai turi laikytis 10 specifinių reikalavimų, susijusių su informacinėmis ir ryšio technologijomis (IRT), jei jie nori dalyvauti konsultacijų paslaugose bei vykdyti viešuosius statybos projektus. Šie reikalavimai galioja visiems projektams, kurie viršija 3 milijonus Danijos kronų (400 tūkst. eurų). Elektroninis projekto atidavimas galioja statybos projektams, viršijantiems 15 milijonų Danijos kronų (2 mln. eurų). 3D modelių naudojimas privalomas projektams, viršijantiems 20 milijonų Danijos

kronų (2,7 mln. eurų). 2010–2014 metais Danija įgyvendina II skaitmeninės statybos vystymo etapą – CUNECO projektą. CUNECO klasifikatorius (angl. *Cuneco Classification System, CCS*) yra struktūrizuota sistema, skirta statybos aplinkos informacijos tvarkymui. CCS tikslas padidinti struktūrizuotos informacijos naudojimą statybos sektoriuje tuo pačiu padidinant produktyvumą ir kokybę (Wong *et al.* 2009; Klitgaard 2014).

Norvegijoje skaitmeninės statybos veiklas koordinuoja „Statsbygg“ organizacija, kuri yra pagrindinis Norvegijos valstybės patarėjas statybos ir nekilnojamo turto klausimais. Ji kloja pagrindus geresniam ir efektyvesniam statybos procesų ir ūkio valdymui naudojant BIM technologijas statybos industrijoje, šioje veikloje aktyviai dalyvauja dauguma didžiųjų Norvegijos įmonių. 2007 metais Norvegija paskelbė, jog BIM bus naudojamas visuose projektuose ir statybos procesuose nuo 2010 metų. 2011 metų lapkričio mėnesį „Statsbygg“ paskelbė, jog bendrojo standarto BIM reikalaujamas visuose viešuosiuose statybos projektuose, taip gerinant statybos projektų kokybę bei mažinant kaštus. „Statsbygg“ yra parengusi vadovą „Statsbygg BIM Manual“, kuris faktiškai yra įteisintas modeliavimo reglamentas (Wong *et al.* 2009; Skaitmeninės statybos... 2014).

Suomijoje 2007 metais atlikto tyrimo duomenimis, BIM ir IFC standartu dirbančios programinės įrangos naudojimas siekė 33 proc. „Senate Properties“ (valstybinė organizacija, konsultuojanti vyriausybę statybos ir nekilnojamo turto klausimais) yra viešas užsakovas, vykdamas pilotinius projektus naudojant BIM ir IFC. Architektūros, inžinerijos, statybos bei ūkio valdymo įmonės yra labai suinteresuotos BIM ir IFC suderinamumu, todėl jos inicijuoja ir dalyvauja įgyvendinant daugelį projektų. Parengti keli statinių informacinio modeliavimo vadovai (COBIM2012). Veiklą koordinuoja RTS organizacija, kuri administruoja ir „buildingSmart Finland“ aljanso veiklą ir vienija per 50 verslo ir mokslo institucijų bei savivaldos organizacijų (Wong *et al.* 2009).

Švedija yra viena pirmaujančių Europos Sąjungoje pagal BIM naudojimą dideliuose ir sudėtinguose infrastruktūros projektuose, tokiuose kaip Stokholmo apylankos ar Stokholmo Miesto Linija. Švedijoje visos BIM metodus plėtojusios organizacijos 2014 m. pradžioje susibūrė į naują organizaciją „BIM Alliance Sweden“, kuri vienija maždaug 170 bendrovių ir organizacijų iš visų su statyba susijusių sektorių – nekilnojamojo turto valdytojai, architektai, techniniai konsultantai, rangovai, statybinių medžiagų tiekėjai ir programinės įrangos kūrėjai (BIM Alliance... 2016; Skaitmeninės statybos... 2014).

Jungtinėje Karalystėje nevyriausybinė CPIC (angl. *Construction Project Information Committee*, liet. Statybos projektų informacijos komitetas) organizacija nuo 1987 metų kuria ir skleidžia statybos projektų informacijos gerąją praktiką, o pastaraisiais metais ėmėsi ir pagrindinio BIM procesų koordinatoriaus vaidmens (CPIC 2016). CPIC inicijavo BIM sąvokos įteisinimą JK statybų sektoriuje. Komitetui priklauso pagrindinių statybų sektoriaus institucijų atstovai, ir

tai užtikrina, kad kuriamos rekomendacijos ir reglamentai turėtų tvirtą pagrindą. 2011 birželio mėn. JK vyriausybė paskelbė BIM darbo grupės strategiją – vyriausybės ketinimą reikalauti jos įgyvendinamuose projektuose BIM metodų taikymo (su elektronine projekto ir turto informacija, dokumentacija ir kitais duomenimis) nuo 2016 m. (Eadie *et al.* 2013).

Estija jungiasi į „buildingSMART Nordic“ organizaciją. BIM iniciatyvas, seminarus, viešinimą organizuoja „BIM kompetencijos centras“, kuriam priklauso apie 40 statybos verslo ir įvairių mokslo sričių atstovų. „BIM kompetencijos centras“ yra ne pelno siekianti organizacija, įkurta specialiai skaitmeninės statybos iniciatyvai Estijoje (Miettinen, Paavola 2014; Skaitmeninės statybos... 2014).

Latvijoje esama pavienių ir chaotiškų įvairių verslo ir mokslo organizacijų iniciatyvų taikyti BIM sprendimus projektuose, rengiami seminarai bei inicijuojami moksliniai tyrimai šia tema. Tačiau nėra organizacijos, koordinuojančios visus šiuos veiksmus.

Lenkija bendradarbiauja su „buildingSMART International“, todėl visi šio aljanso sprendimai taikomi Lenkijoje, nors šalis oficialiai nėra į ją įstojusi. Lenkijos BIM įdirbis yra gana didelis. BIM platformos projektai šalyje vystomi nuo 2008 metų (Skaitmeninės statybos... 2014).

Baltarusijoje BIM reikalavimų suformavimo ir įdiegimo tema pavesta vienam iš Baltarusijos statybos ministerijos padalinių. Jo iniciatyva statybos projektams rengiami vieningi reikalavimai, informacijos apsigimui taikant IT ir ryšio technologijas, organizuojami seminarai ir konferencijos bei plėtojama kita su BIM susijusi veikla (Skaitmeninės statybos... 2014).

Ispanijoje ir Portugalijoje BIM standarto kūrimo užuomazgos pradėtos 2007 metais. 2010 m. įkurta Ispanijos specialistų, įmonių ir įstaigų asociacija „Colectivo BIM Espana“, konkrečiai dirbanti su BIM technologijos sklaida, moksliniais tyrimais ir technologijos plėtra. „Colectivo BIM Espana“ skatina institucinę BIM technologijos pripažinimą kaip novatorišką dalyką ir nuolat pabrėžia jo naudą. Ispanijos Valencijos regiono vyriausybė yra priėmusi direktyvą „DRD 01/06. Formato de Intercambio de datos de la edificación“ dėl BIM programų taikymo ruošiant valstybinius užsakymus. Portugalijoje BIM iniciatyvas vykdo Portugalijos statybų technologinė platforma kartu su BIM darbo grupe. Šią grupę įkūrė architektų, planuotojų, statybininkų, inžinierių ir kitų su statybos sektoriumi susijusių dalyvių asociacija. 2012 metų lapkričio mėnesį surengtas pirmasis seminaras ir dirbtuvės iš ciklo „BIMForum“ apie BIM diegimo Portugalijoje patirtį ir ateities perspektyvas.

Prancūzijoje įkurtas „buildingSMART International“ padalinys IFCS, kuriam priklauso kelios organizacijos, pasisakančios už labiau integruotą BIM reikalavimų vystymą, siekiant pagerinti programinės įrangos sąveiką ir statybos sektoriaus dalyvių susikalbėjimą. Vienas IFCS narių yra „Fédération Française du Batiment“ (liet. Prancūzijos statybos federacija).

Šveicarijoje 2009 m. įkurta „buildingSMART Schweiz“. Ji sukurta kaip nacionalinės ir tarptautinės naujų technologijų taikymo patirties sklaidos institucija, skatinanti ir atkreipianti dėmesį į būdus, kuriais informacinių technologijų teikiamos galimybės gali padėti statybų sektoriui dirbti efektyviau (Skaitmeninės statybos... 2014).

JAV veiklas koordinuoja „buildingSMART Alliance (North America)“, kuris yra sudėtinė Nacionalinio statybos mokslų instituto (National Institute of Building Sciences – NIBS) dalis. Amerikiečiai yra pasaulinėje praktikoje plačiai pripažintų ir diegiamų vieningų reikalavimų statybos eksploatacijos ir priežiūros etapui (angl. *Construction Operations Building Information Exchange, COBie*) autoriai. 2004 m. JAV Nacionalinis standartų ir technologijos institutas (angl. *US National Institute of Standards and Technology, NIST*) paskelbė ataskaitą „Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry“ apie sąnaudas, patiriamas nekilnojamojo turto industrijoje. Šio dokumento pagrindinė išvada – kukliausiais skaičiavimais, kasmet Jungtinių Valstijų nekilnojamojo turto sektorius praranda 15,8 mlrd. dolerių dėl netinkamo visų proceso dalyvių bendradarbiavimo: dėl didelės šios industrijos fragmentacijos ir popierizmo, dėl standartų trūkumo, dėl projekto vykdymo dalyvių taikomų technologijų nesuderinamumo. Tai išties dideli nuostoliai, kuriuos aktualu sumažinti. Net nedidelės investicijos efektyvumui padidinti suteikia žymią ekonominę naudą. 2007 m. Jungtinėse Amerikos Valstijose paskelbtas pradinis nacionalinis BIM standartas (angl. *National BIM Standard – United States NBIMS-US*), kurį oficialiai patvirtino AISC (angl. *American Institute of Steel Construction*, liet. Amerikos plieno konstrukcijų institutas) (Porwal, Hewage 2013; Skaitmeninės statybos... 2014).

1.3. Statinio informacinis modeliavimas Lietuvoje

Nuo 2016 metų pagal Europos Sąjungos viešųjų pirkimų direktyvos reikalavimus visos ES šalys privalės reikalauti viešai finansuojamiems statybos objektams naudoti BIM. 2015-09-28 Vyriausybės strateginio komiteto posėdyje pritarta Lietuvos statybos sektoriaus skaitmenizavimo iniciatyvai. Įgyvendinant šią iniciatyvą būtų sukurta informacinė sistema, kuri užtikrintų šalies statybų sektoriaus efektyvumą, kokybę ir skaidrumą. Suinteresuotos institucijos ir organizacijos pakviestos drauge parengti pasiūlymus dėl Lietuvos statybos sektoriaus skaitmenizavimo iniciatyvos įgyvendinimo modelio ir veiksmų plano.

Pristatydamas šią iniciatyvą komiteto nariams, aplinkos ministras Kęstutis Trečiokas atkreipė dėmesį, jog statybų sektoriuje dirba 10 proc. visos šalies dirbančiųjų, pats sektorius kasmet sugeneruoja vidutiniškai 8 proc. bendrojo vidaus produkto, tačiau darbo našumas, sudaro tik 52 proc. Europos Sąjungos valstybių narių vidurkio. Ministro teigimu, nekokybiški statinių projektai, netinkamas darbų

planavimas ir organizavimas, darbuotojų įgūdžių trūkumas, netinkami statybos metodai, statybinių medžiagų trūkumas ir prasta jų kokybė neretai sąlygoja darbų vėlavimą arba objekto biudžeto viršijimą.

Užsienio šalių praktika rodo, jog siekiant išvengti netikslumų, vienas populiariausių pastarųjų metų sprendimų yra skaitmeninės statybos principų ir statinio informacinio modeliavimo (BIM) metodų taikymas (Miettinen, Paavola 2014; Blackwell 2015; Eadie *et al.* 2013). BIM leidžia efektyviau projektuoti, statyti ir naudoti statinius, sudaro galimybes iš anksto patikrinti pasirinktų projektavimo sprendinių efektyvumą, išvengti projektavimo klaidų, sukuria vieningą ir aiškio-
mis taisyklėmis pagrįstą statybos dalyvių ir jų veiklą prižiūrinčių institucijų bendravimo erdvę, efektyvaus statinių naudojimo valdymo galimybes (Bryde 2013; Cao *et al.* 2015). Be to, BIM mažina popierinių dokumentų skaičių ir užtikrina didesnę skaidrumą, nes leidžia iškart numatyti, kokius viešuosius pirkimus reikės atlikti (Statyba ir architektūra 2015).

Lietuvoje BIM technologija iki šiol buvo naudojama retai ir tik tam tikrose statybos proceso stadijose (pvz. 3D modelio sukūrimas) (Migilinskas *et al.* 2013; Popov *et al.* 2010; Reizgevičius *et al.* 2014). Iš esmės vystyti skaitmeninės statybos procesą Lietuvoje pradėta tik visai neseniai. Tam numatyta sukurti vieningus reikalavimus statybos informaciniam modeliavimui, nuolat vystyti vieningą statybos informacijos klasifikatorių, diegti tarptautinius duomenų mainų formatus, diegti su BIM susijusius standartus, rengti viešųjų pirkimų specifikacijas, koordinuoti ir organizuoti kitas su skaitmenine statyba susijusias veiklas, skatinti verslą skaitmenizuoti ir automatizuoti kompleksiskai tarpusavyje susijusius įvairius statybų procesus ir taip optimizuoti veiklas, didinti statybų sektoriaus ir susijusių sektorių konkurencingumą bei skatinti tarptautiškumą (Popov 2014; Popov 2015; Apie BIM metodologijos... 2014).

BIM diegimo procesų koordinatorė Lietuvoje yra VŠĮ „Skaitmeninė statyba“. Tai jungtinė Lietuvos verslo, mokslo ir Vyriausybės iniciatyva, kurios pastangomis Lietuvoje bus plėtojama ir į atitinkamus tarptautinius tinklus įtraukiama vienoda skaitmeninių statybos modelių kūrimo infrastruktūra, siekiant, kad visa statybos projektuose naudojama informacija visą statinio gyvavimo ciklą, nuo idėjos iki nugriovimo, būtų kuriama sistemingai, nedubliuojant veiklą, kiekviename statybos etape tik ją papildant ar keičiant sutelktoje duomenų bazėje, turinčioje ryšių su įvairiomis su statybos objektu susijusiomis duomenų bazėmis.

Tam Lietuvoje planuojama:

- formuoti vieningą statybų sektoriaus informacinę struktūrą ir kodavimą (klasifikatorių), kurti e-aplinką ir sudaryti prielaidas darbo našumui Lietuvos statybų sektoriaus verslo įmonėse kelti;

- analizuoti esamus skaitmeninės statybos e-sprendimus pasaulyje, ES ir Lietuvoje;
- pasirinkti labiausiai tinkamus ir pritaikyti šiuos sprendimus Lietuvos rinkai, siekiant į šiuos sprendimus integruoti vieningą klasifikatorių;
- plėtoti ir skatinti e-verslininkystės patirtį Lietuvos statybų sektoriuje, skatinti diegtis ir naudoti sukurtus bei kurti naujus skaitmeninės statybos e-sprendimus;
- plėtoti tarptautinį bendradarbiavimą, skatinti vietinius ir tarptautinius ryšius tarp verslo ir mokslo įstaigų siekiant vystyti e-statybos sprendimus;
- vykdyti švietimo ir mokymų veiklą e-statybos sprendimų srityje ir kt. (Popov 2015).

BIM technologijų diegimo tikslai statybos sektoriuje gali būti apibrėžti trimis esminiais punktais:

- a) sukurti statybos objekto projektavimo, statybos ir eksploatacinio valdymo strategiją, pagrįstą kompiuterinėmis objekto ir jo sukūrimo procesų modeliavimo technologijomis;
- b) užtikrinti grafinių ir informacinių duomenų srautų integruotą valdymą, suderinant virtualią grafiką (CAD) su informaciniais srautais ir procesų bei dokumentų valdymo priemonėmis;
- c) atskirus vykdytojus paversti komandomis, išsklaidytas priemones – kompleksiniais sprendimais, atskirus uždavinius sujungti į procesus, kad geriau, pigiau, greičiau vykdyti statybos objekto gyvavimo ciklo operacijas.

Skaitmeninės statybos sistemos diegimo nauda LR Vyriausybei ir užsakovams – tai pagerins viešųjų pirkimų skaidrumą, tikslumą, vertinimą, sumažins viešųjų pirkimų išlaidas, sukurs daugiau naujų darbo vietų, skatins inovacijas, didins konkurencingumą, skatins „žalesnę“ statybą, naujų verslų naujoms ir esamoms statybų sektoriaus ir susijusioms įmonėms galimybes ir t. t. Viešųjų pirkimų subjektams, nekilnojamojo turto vystytojams, privatiems užsakovams – patikimesnis investicijų planavimas, net apie 30 proc. mažesnė statybos projekto gyvavimo ciklo kaina, mažesnis pakeitimų skaičius, didesnis skaičius laiku įgyvendintų projektų, aukštesnė kokybė ir t. t. Projektuotojams – greitesnis projektavimas, mažiau laiko sąnaudų, mažiau klaidų, daugiau pelno, galimybė dalyvauti tarptautiniuose statybos projektuose ir t. t. Rangovams – tikslesnės sąmatos, pinigų srautai, resursų valdymas, mažesnė savikaina, didesnis konkurencingumas ir pelningumas, galimybė dalyvauti tarptautiniuose statybos projektuose t. t. Lietuvos žmonėms – tai yra tvirtas ir konkretus žingsnis aukštesnės gyvenimo kokybės link (Apie BIM metodologijos... 2014).

1.4. Statinio informacinio modeliavimo taikymas pastato planavimui

Miestai yra dinaminiai, gyvi organizmai. Dėl to miestų teritorijų planavimas visada buvo ir yra sudėtingas. Šiandien mūsų sparčiai besikeičianti visuomenė turi nuspėti ateities miesto gyventojų poreikius. Tai yra sudėtinga ir atsakinga užduotis.

BIM yra procesas, kurio metu generuojama ir valdoma informacija apie statinį ar statinių grupę. Tačiau nemažai informacijos, turinčios įtakos kiekvienam statiniui (jo planavimui, projektavimui, statybai ir kt.) yra planuojamo statinio aplinkoje arba, kitaip tariant, teritorijoje. Todėl informacijos apie statinį generavimas ir valdymas turėtų prasidėti nuo informacijos apie teritoriją, kurioje planuojamas statinys, surinkimo ir valdymo.

BIM modeliuose yra labai detali ir tiksli informacija apie statinį. Nepaisant to, šis modelis nebūtinai turi informacijos apie teritoriją, kurioje yra. BIM sėkmingai taikomas projektavimo ir statybos stadijose, tačiau planavimo stadijoje BIM taikymas nėra paplitęs. Pavyzdžiui, planuojant naują statinį esamoje aplinkoje šalia kitų statinių, BIM modelyje esanti informacija neapima aplinkos informacijos, t. y. informacijos, kad būtų galima apskaičiuoti pastatų insoliaciją dėl šalia esančių medžių arba atlikti matomumo pro pastato langus analizę (Rafiee *et al.* 2014).

1.4.1. Trimačiai miestų modeliai

Teritorijų planavimo dokumentų rengėjams yra ypatingai sunku numatyti tinkamus miestų plėtros planus, ypač įvertinant tai, kad miestai labai sparčiai auga. Įprastai plėtros planai yra ruošiami naudojant dviejų dimensijų (2D) žemėlapius, neturinčius jokių užuominų į trijų dimensijų (3D) vizualizacijas.

Pastatų ir miestų modelių sąveika šiuo metu yra viena iš labiausiai nagrinėjamų temų pasaulyje. BIM technologijos naudojimo miestų planavime priežastis yra galimybė sukurti turinį su detalia informacija ir jos pagalba įvertinti projektą (Dolas *et al.* 2013). Pasenusi ir neišsami informacija lemia didesnę kainą ir neefektyvumą. Galiausiai teritorijų planavimas, plėtra ir valdymas reikalauja statinių informacinių modelių, kurie dinamiškai susieti vieni su kitais, taip pat su kitomis erdvinėmis technologijomis.

3D miesto modelių poreikis nuolat auga. 3D miesto modeliai gali būti naudojami teritorijų planavimui ir projektavimui, pastatų projektavimui, aplinkos atvaizdavimui ir daug kur kitur. Teritorijų planavime 3D modeliai labai praverstų, pavyzdžiui, planavimo organizatoriai galėtų iliustruoti, kaip atrodys miesto ap-

linka po pasiūlytų pakeitimų. 3D miestų modeliai yra kompiuterizuoti arba skaitmeniniai miestų modeliai, kurie apima grafinę pastatų ir kitų objektų reprezentaciją 3D formatu. Pagrindinė 3D miesto modelių savybė yra galimybė judėti modelyje einant, skrendant ir apžiūrint.

3D geografinė informacija šiuo metu yra taikoma daug kur: miestų ir teritorijų planavime, nekilnojamojo turto valdyme, aplinkos modeliavime, krizių ir stichinių nelaimių valdyme, telekomunikacijoje, pastatų ūkio valdyme ir kitur. 3D miestų modeliai naudojami tiek privačiame, tiek valstybiniame sektoriuose, naudojami skirtingi jų koncepciniai modeliai, duomenų formatai, schemos, skirtingi detalumo lygiai ir kokybė. 3D modelių potencialas neapsiriboja 3D objektų vizualizacija, kuo toliau tuo labiau linkstama link realių 3D miestų modelių. Realūs miestų 3D modeliai dėl aplinkos, skirtingų duomenų šaltinių ir duomenų integracijos tampa labai sudėtingi (El-Mekawy 2010; El-Mekawy *et al.* 2012).

Daugelis mokslininkų šiuo metu tyrinėja 3D miestų modelių plėtojimo galimybes. Tai svarbu teritorijų planavimo, valdymo, eismo administravimo ir daugelyje kitų sričių.

Sukurti semantinę informaciją praturtintą miesto modelį gali padėti BIM technologijos. BIM duomenų bazėje gali ilgą laiką saugoti skaitmeninę projekto informaciją, nuolat ją atnaujinti ir dalintis. BIM bazėje taip pat galima patvirtinti ryšius tarp duomenų, tai labai naudinga, kai kuris nors iš duomenų pasikeičia. BIM gali garantuoti projekto efektyvumą ir kokybę.

Miesto aplinka yra labai sudėtinga, ji apima ne tik statinį modelį, bet ir dinamiškus objektus. Pavyzdžiui, turi būti atsižvelgta į gyventojus, įmones, organizacijas, transportą ir kitus dalykus.

Šiuo metu pasaulyje 3D miestų modeliai tik praddami kurti. Viešai prieinama informacinėje erdvėje galima surasti duomenų apie sukurtus Vokietijos miesto Berlyno, JAV miestų Niujorko, Čikagos, Los Andželo, Singapūro ir kt. 3D modelius (Berlin... 2016; 3D CAD... 2016). Singapūras siekia tapti pirmąja „išmaniają“ pasaulio valstybe. Viena iš pagrindinių užduočių – formuoti virtualių Singapūrą, kurio prioritetas būtų pastatų ir antžeminės bei požeminės infrastruktūros 3D modeliai bei žemėlapiai. Projektas prasidėjo 2014 m. balandžio mėn. ir numatyta, kad truks 3 metus. Šiuo metu Singapūras į skaitmeninį trimatį modelį yra perkėlęs visą savo šalies plotą su jame esančiais pastatais. 700 kv. km. aprėpiantis aukštos raiškos 3D Singapūro žemėlapis – pagrindas 3D kadastro sukūrimui (Peng, Khoo 2014).

VGTU mokslininkai sukūrė pirmąjį Lietuvoje skaitmeninio VGTU Saulėtekio miestelio modelio prototipą. Šiuolaikinis skaitmeninis miestas – tai remiantis pačiomis naujausiomis technologijomis sukurtas išmanusis miesto modelis,

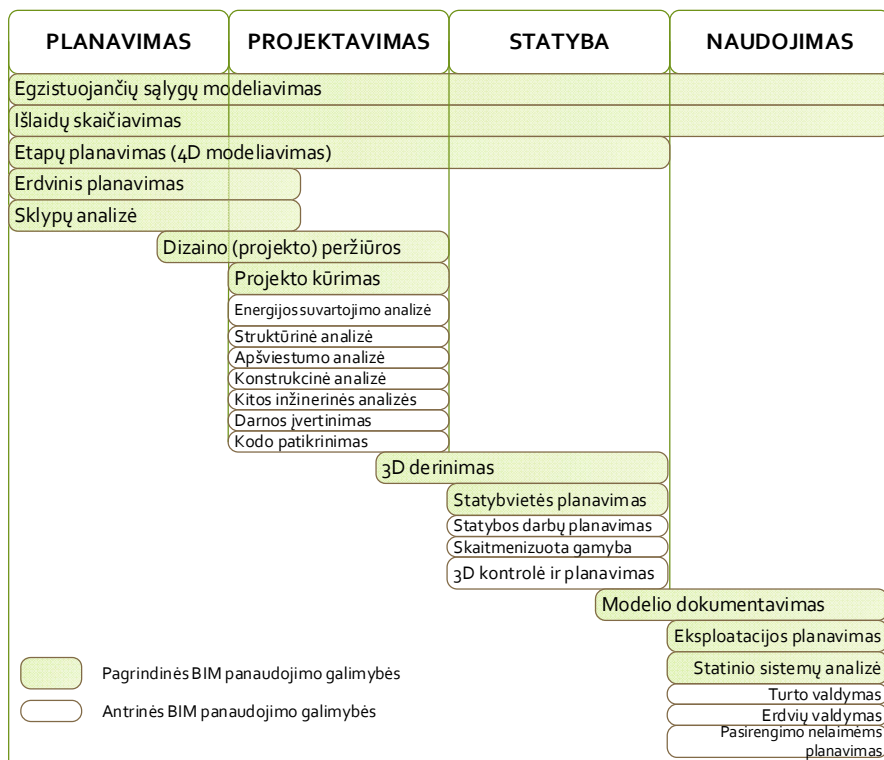
kuris savyje talpina galybę duomenų ir informacijos apie pastatus, jų aplinką, kelius, žaliąsias zonas, net medžius bei kt. Jis išsiskiria stebėtinu vizualumu – skaitmeninio miesto modelyje 3D miesto maketas yra kruopščiai apdėliojamas pastatų fasadų ir aplinkos nuotraukomis. Tam tikslui fotografuojama naudojant specialius prietaisus, kurie prisitaiko prie vietovės ir situacijos, dėl to padaromi tūstančiai vaizdų iš visų kampų, iš žemės ir oro. Tokiomis fotografijomis apdėtas modelis įgyja realų vaizdą. 3D žemėlapyje visi vaizdai atrodo kaip realūs, tačiau iš tikro tai yra modelis, kuriame pastatai ir visa aplinka turi paviršius. Keliais mygtukų paspaudimais galima atlikti elementariausius reikalingus matavimus, pvz., pažymėti norimą pastato dalį ir lengvai suskaičiuoti, kiek reikės medžiagų stogui pakeisti ar išteklų fasado langams nuvalyti. Į modelį lengvai ir greitai galima įdėti dar tik projektuojamus naujus Saulėtekio miestelio pastatus ir pažiūrėti kaip jie atrodys esamo užstatymo kontekste. Galima atlikti požeminį modeliavimą, nes modelis talpina ir požeminių tinklų planų informaciją. Šiuo metu yra sukurtas pilnavertis VGTU miestelio modelio prototipas – ne tik kas yra ant žemės, bet ir kas yra po žeme (Popov 2016).

3D miestų modeliai naudojami ir socialiniais tikslais. G. Stauskis (2014) pristatė virtualaus miestų modeliavimo (angl. *Virtual urban simulation*, *VUS*) metodiką, kuri padėjo Vilniaus miesto savivaldybei interaktyviu būdu išnagrinėti, kokiu mastu Bernardinų parko rekonstrukcijos projektas atitinka vietos ir visos miesto bendruomenės interesus. Štutgarto mieste, Vokietijoje yra įgyvendintas VEPS (angl. *Virtual Environmental Planning System*) projektas. Tai yra atviro kodo Web aplikacija, kuri suinteresuotiems asmenims leidžia lengvai pasižiūrėti, išanalizuoti, pateikti pasiūlymus dėl planuojamų objektų pakeitimų, komentuoti bei įvertinti savo pačių pasiūlytas alternatyvas. Tai interaktyvi 3D virtualios realybės vizualizacija, kuri leidžia žiūrinčiam asmeniui be specialaus išsilavinimo ar pasiruošimo iš karto gauti visą norimą informaciją (VEPS 2015).

1.4.2. Statinio informacinis modeliavimas pastato planavimo etape

Statinio planavimo ir projektavimo metu yra svarbu suprasti teritorijos, kurioje planuojamas ir projektuojamas statinys, kontekstą. Tai padėtų projektuotojams ir plėtojams priimti efektyvius sprendimus, susijusius su pačiu statiniu, jo vieta, statinio poveikiu vietos aplinkai ir bendruomenei. Pavyzdžiui, erdvinė informacija gali būti panaudota naujų pastatų planavimui, atsižvelgiant į tai, kaip nauji pastatai bus įkomponuojami ir tiks prie juos supsiančios aplinkos. Be to, pastatų struktūros ypatumai ir bet kokie esamų pastatų pakeitimai turėtų būti žinomi vietos valdžios institucijoms bei suderinti su erdvine informacija dėl žmonių evakavimo gaisro, stichinių nelaimių ar kitais atvejais (Lutz 2014).

BIM gali būti naudingas daugelio užduočių atlikimui. Ši nauda yra apibūdinama kaip BIM panaudojimo galimybė (1.4 pav.). BIM panaudojimo galimybė yra unikali užduotis ar procedūra projekte, kurios integravimas į procesą duoda tam tikros naudos (The Computer... 2011). Modelio panaudojimo galimybės (1.5 pav.) yra apibūdinamos nepriklausomai nuo statinio gyvavimo ciklo ir gali būti pritaikytos bet kuriame arba visuose projekto gyvavimo cikluose (Succar 2015). Egzistuojančių sąlygų modeliavimas (angl. *Existing Conditions Modeling*) yra procesas, kurio metu yra sukuriama egzistuojančių sklypo, infrastruktūros sklype ar konkretaus ploto su infrastruktūra 3D modelis. Šis modelis gali būti sukuriamas įvairiais būdais: pasitelkiant lazerinį skanavimą ar įprastinius geodezinius metodus, priklausomai nuo to, kokio rezultato norima ir kuris būdas yra efektyvesnis. Kai modelis yra sukurtas, jį galima panaudoti informacijos paieškai nepriklausomai nuo to, ar tai yra nauja statyba, ar modernizacijos projektas.



1.4 pav. Statinio informacinio modeliavimo panaudojimo galimybės statinio gyvavimo ciklo metu (The Computer... 2011)

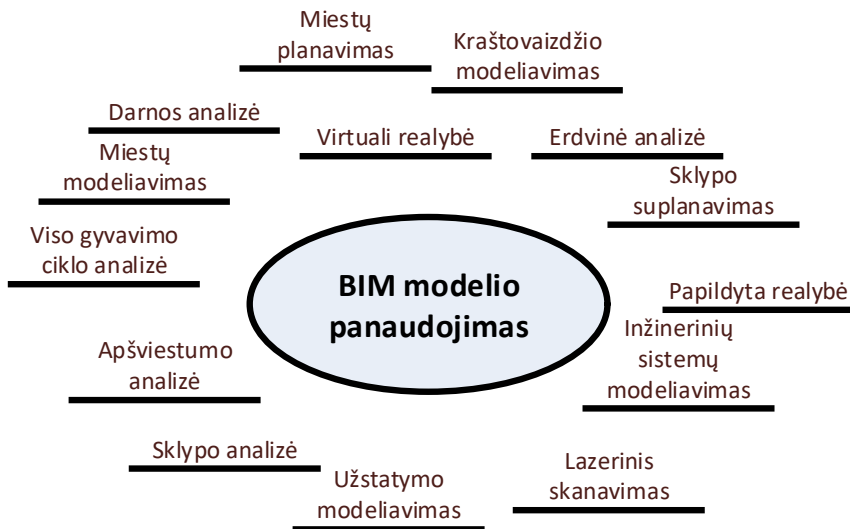
Fig. 1.4. Building information modeling uses through a building lifecycle (The Computer... 2011)

Egzistuojančių sąlygų modeliavimo proceso nauda:

- pagerina egzistuojančių sąlygų dokumentacijos efektyvumą ir tikslumą;
- suteikia dokumentaciją apie aplinką naudojimui ateityje;
- padeda tolimesniame modeliavime ir 3D projekto koordinavime;
- tiksliai aplinkoje atvaizduoja atliktus darbus;
- apskaitos tikslais leidžia atlikti kiekių patikrą realiu laiku;
- suteikia išsamią informaciją apie sluoksnius;
- yra naudingas pasirengimo nelaimėms planavimui;
- yra naudingas patikrai po nelaimių;
- naudojamas vizualizacijos tikslais (The Computer... 2011).

Egzistuojančių sąlygų modeliavimas atliekamas panaudojant skaitmenines nuotraukas, nuotraukas iš oro, palydovines nuotraukas, lazerinį skanavimą (Foster 2011; The American... 2016; Zeibak-Shini *et al.* 2016).

Erdvinis planavimas (angl. *Programming*) yra procesas, kurio metu naudojant erdvinę programą siekiama nustatyti suprojektuoto statinio efektyvumą ir tikslumą atsižvelgiant į erdvinius reikalavimus. Sukurtas BIM modelis projekto komandai leidžia analizuoti erdvę ir suprasti erdvės standartų bei reikalavimų visumą. Šio proceso metu analizuojamos įvairios galimybės ir priimami esminiai, didžiausią vertę projektui turintys sprendimai. Proceso metu atsižvelgiant į užsakovą erdvinius reikalavimus yra efektyviai ir tiksliai įvertinamas projektas (The Computer... 2011).



1.5 pav. Statinio informacinio modelio panaudojimas (Succar 2015)

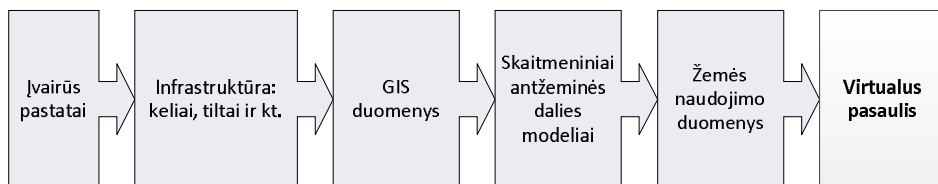
Fig. 1.5. Building information modeling uses (Succar 2015)

Sklypų analizė (angl. *Site Analysis*) yra procesas, kurio metu įvertinamos tam tikros teritorijos savybės siekiant nustatyti optimalią sklypo vietą būsimam statiniui. Surinkti duomenys apie sklypus iš pradžių leidžia parinkti konkretų sklypą, o vėliau remiantis kitais kriterijais – pastato vietą sklype. Sprendimų priėmimo sistemos panaudojimas leidžia nustatyti, ar potencialūs sklypai atitinka projekto reikalavimus, techninius ir finansinius veiksnius (The Computer... 2011).

Tik integruotu požiūriu į darnios investicijų aplinkos ekonominius ir ekologinius aspektus galima sukurti pagrindą darniai ir suderintai investicijų aplinkai nekilnojamojo turto sektoriuje (Vanags, Butane 2013). Komunikacijos procesas ir informacijos mainai yra labai svarbios sąlygos sėkmingam projekto vystymui (Tegtmeier *et al.* 2014). R. Eadie ir kt. (Eadie *et al.* 2013) nustatė, kad BIM panaudojimas visame pastato gyvavimo cikle sukuria teigiamą finansinį poveikį. Mokslininkai taip pat siūlo BIM ir papildytos (virtualios) realybės integracijos modelius (Wang *et al.* 2013; Jiao *et al.* 2013). Papildytos realybės sistemos gali susieti skaitmeninį modelį ir realiaame pasaulyje egzistuojantį daiktą (Meža *et al.* 2014). 3D pastatų modeliai taip pat gali būti panaudojami gaisro gesinimo simuliacijai (Chen *et al.* 2014), mažai energijos vartojančių pastatų projektavimui, atsižvelgiant į suformuotą miesto energijos suvartojimo kontekstą (Niu *et al.* 2015). Tiriamas BIM technologijos panaudojimas teritorijų planavimo dokumentų rengime (Kim *et al.* 2015), sklypo planavimas BIM aplinkoje siekiant optimizuoti įrangos išdėstymą statybos metu (Kumar, Cheng 2015).

Siekiant visapusiškai naudoti informaciją apie statinį, BIM turi būti susietas su geografine ir erdvine teritorijos informacija, kadangi statiniai negali būti atsieti nuo gretimybių bei aplinkos, pvz. atstumai nuo įvairių inžinerinės infrastruktūros objektų lemia pastato panaudojimo galimybes. Tai taip pat svarbu vertinant iš darnios plėtros perspektyvos. Siekiant darnaus planavimo svarbu kaupti visą miesto informaciją kartu. Ši integruota informacija turi apimti duomenis apie teritoriją ir apie atskirus statinius mieste (Underwood, Isikdag 2010).

V. Popovas (Popov 2014) išskyrė Mažąjį BIM ir Didįjį BIM. Mažasis BIM apima įvairiapusę informaciją apie pastatą, dažnai yra vieno pastato modelis. Didysis BIM yra visapusiška pastato integracija su jį supančia aplinka (1.6 pav.).



1.6 pav. Didžiojo BIM (statinio informacinio modeliavimo) struktūra (Popov 2014)

Fig. 1.6. The Big BIM (building information modeling) structure (Popov 2014)

3D informacija, paimta iš geografinės informacinės sistemos (pvz. teritorijų planai, aplinkos duomenys) gali būti integruota į 3D planavimo procesą, siekiant jį paspartinti ir palengvinti. Pagrindiniai šio proceso žingsniai būtų:

- a) teritorijų planavimo dokumentus, parengtus 2D formatu, paversti į 3D;
- b) integruoti teritorijų planavimo duomenis į projektą;
- c) patikrinti projekto atitiktį teritorijų planavimo dokumente nurodytiems reikalavimams (Berlo *et al.* 2013).

Svarbiausia yra susitarimai dėl duomenų pateikimo bei modeliavimo standartizacijos. Didžiausios problemos yra šios:

- teritorijų planavimas iš 2D formato turi pereiti prie 3D;
- turi būti apibrėžta atskaitos sistema. Modeliuojant 3D turi būti naudojama reali koordinacių sistema;
- duomenų tikslumas. BIM modeliai yra kuriami milimetrų tikslumu, o geografinė informacija niekada nebuvo ir negali būti tokia tiksli. Šiuo atveju yra svarbu nuspręsti, kokia paklaida gali būti priimtina. Atliekant duomenų tikslumo tikrinimą automatiškai šias aplinkybes sunkiau sumodeliuoti, nei tikrinant rankiniu būdu;
- įprastai teritorijų planavimo dokumentuose taisyklės gali būti apibrėžiamos tekste. Siekiant procesą automatizuoti duomenys turi būti standartizuojami (Berlo *et al.* 2013).

Trijų dimensijų (3D) duomenų vaizdavimas yra lemiamas teritorijų planavime. Iš anksto numčius naujų architektūros objektų išvaizdą ir įtaką supančiai aplinkai, gali būti sutaupyta finansinių išteklių prieš pradedant statybos darbus ar juos užbaigiant. Tai taip pat padidintų visuomenės įtraukimą į viešo svarstymo procesus (Cirulis, Brigmanis 2013).

Pastatų vietos parinkimas turi didelę įtaką viso projekto sėkmei. Sklypo parinkimo sprendimas įtakoja beveik kiekvieną projektavimo ir statybos procesų aspektą. Sklypas įtakoja organizacines, funkcionalumo, darnos, veiklos ir ekonominio efektyvumo, saugumo ir, be abejo, estetines pastato savybes (U.S. General... 2016).

1.5. Pastato planavimo etapo reikšmė ir rizika

Pastato planavimo arba priešprojektinėje stadijoje priimami didžiausią poveikį turintys sprendimai. Šioje stadijoje priimtų sprendinių keitimas tiek laiko, tiek finansiniu atžvilgiais kainuoja mažiausiai, lyginant su projektavimo, o tuo labiau statybos metu keičiamais sprendiniais. Nuo planavimo etape priimtų sprendimų didelė dalimi priklauso pastato architektūrinių planinių sprendinių sėkmė, sklypo,

o tuo pačiu ir pastato naudojimo patogumas, ekonominiai projekto įgyvendinimo rodikliai. Nuo erdvinių planinių sprendinių taip pat priklauso ir teisinių ginčų kilimo rizika.

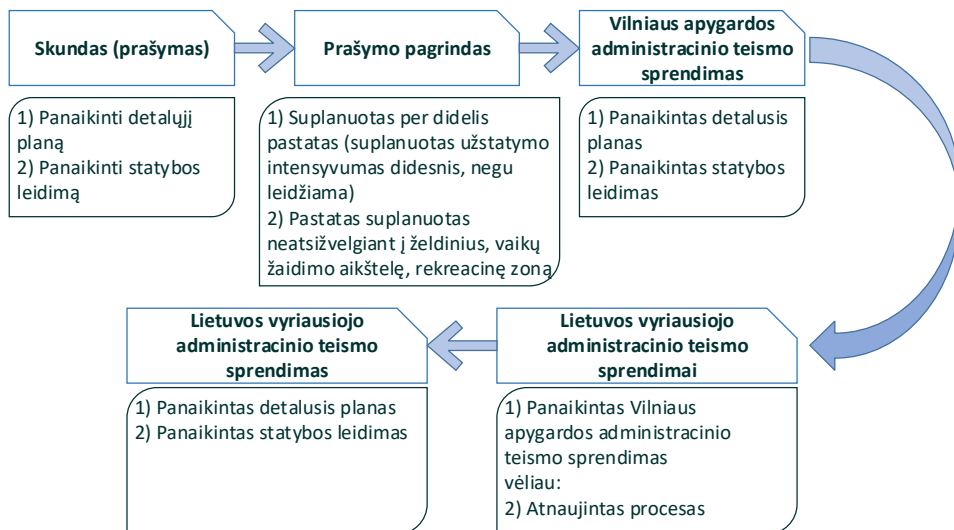
1.5.1. Teisiniai ginčai dėl pastato erdvinių planinių sprendinių

LR Statybos įstatyme (2002) numatyta, kad statinys turi būti statomas ir pastatytas, o statybos sklypas tvarkomas taip, kad statybos metu ir naudojant pastatytą statinį trečiųjų asmenų gyvenimo ir veiklos sąlygos, kurias jie turėjo iki statybos pradžios, galėtų būti pakeistos tik pagal normatyvinių statybos techninių dokumentų ir normatyvinių statinio saugos ir paskirties dokumentų nuostatas. Šios sąlygos yra:

- statinių esamos techninės būklės nepabloginimas;
- galimybė patekti į valstybinės ir vietinės reikšmės kelius bei gatves;
- galimybė naudotis inžineriniais tinklais;
- patalpų, skirtų žmonėms gyventi, dirbti ar verstis kita veikla, natūralaus apšvietimo pagal higienos ir darbo vietų įrengimo reikalavimus išsaugojimas;
- gaisrinę saugą reglamentuojančiais dokumentais nustatytą saugos priemonių išsaugojimas;
- apsauga nuo keliamo triukšmo, vibracijos, elektros trikdymų ir pavojingos spinduliuotės;
- apsauga nuo oro, vandens, dirvožemio ar gilesnių žemės sluoksnių taršos; aplinkos apsaugos statinių bei priemonių, jų veiksmingumo išsaugojimas; gamtos ir kultūros vertybių išsaugojimas; vertingų želdinių išsaugojimas; gaisro gesinimo sistemų išsaugojimas;
- hidrotechnikos statinių ir melioracijos įrenginių išsaugojimas, kad nebūtų pažeistas tų statinių ir įrenginių sukurtas hidrogeodinaminis režimas.

Statybos techninio reglamento STR 2.02.01:2004 „Gyvenamieji pastatai“ (2004) 173, 175.5, 185 punktuose numatyta, kad projektuojamosios būsto visumos poveikis tretiesiems asmenims turi būti toks, kad pastatyta būsto visuma, ją naudojant ir prižiūrint, trečiųjų asmenų gyvenimo ir veiklos sąlygų nepablogintų, palyginus su sąlygomis, kurias jie turėjo iki statybos pradžios. Būsto visumos projekto sprendiniai, tarp jų gyvenamojo namo, priklausinių ir želdinių lokalizavimas neturi sumažinti trečiųjų asmenų sklypų ir butų insoliacijos dydžių, taip pat turi išlaikyti vaikų žaidimų aikštelių insoliacijos laiką.

Teisės normos suteikia subjektinę teisę asmenims, kad aplinka, betarpiškai susijusi su jų gyvenimo ir veiklos vieta, statant statinius būtų pakeista laikantis teisės normų reikalavimų. Ši teisės norma trečiųjų asmenų teisių ir interesų apsaugos nesieja su nuosavybės teise (Lietuvos vyriausiojo... 2007). Tai reiškia, kad planuojant ir statant pastatus dėl suplanuotų (suprojektuotų) pastatų erdviųjų planinių sprendinių negali būti pablogintos šalia gyvenančių trečiųjų asmenų gyvenimo sąlygos. Lietuvos vyriausiasis administracinis teismas teismų praktiką šiuo klausimu iš esmės suformavo 2007-01-19 nutartyje administracinėje byloje Nr. A³-64-07, kurios apžvalga pateikiama toliau (1.7 pav.).



1.7 pav. Teismo proceso apibendrinimas (sudaryta autorės)

Fig. 1.7. Overview of judicial process (author created)

Pareiškėjai A. S., B. S. ir T. Z. su skundu kreipėsi į Vilniaus apygardos administracinį teismą, prašydami panaikinti Vilniaus miesto savivaldybės valdybos 2001 m. birželio 7 d. sprendimo Nr. 1181V „Dėl teritorijos Žirmūnų ir Kareivių gatvių sankirtoje detaliojo plano tvirtinimo“ dalį, kuria patvirtintas detalusis planas sklypui Nr. 17, ir Vilniaus miesto savivaldybės administracijos Miesto plėtros departamento 2005 m. kovo 1 d. išduotą statybos leidimą Nr. GN/169/05-0117.

Pareiškėjai nurodė, kad jie gina subjektinę teisę į sveiką ir harmoningą gyvenamąją, darbo ir poilsio aplinką, taip pat teisę teikti pasiūlymus, reikšti pastabas dėl planavimo sprendinių, teigė, kad nepanaikinus sprendimų pablogės jų gali-

mybė patekti į valstybinės ir vietinės reikšmės kelius, padidės triukšmas ir vibracija. Pareiškėjai nurodė, kad Vilniaus miesto savivaldybės valdybos 2001 m. birželio 7 d. sprendimas Nr. 1181V neteisėtas, nes:

1. Detaliuoju planu leistas sklypo užstatymo intensyvumas – 3,2 – pažeidžia Vilniaus miesto bendrąjį planą, patvirtintą 1998 m. gruodžio 18 d. sprendimu Nr. 292, kuris nustato, kad kai gyvenamojoje teritorijoje planuojamas daugiau nei penkių aukštų pastatas, didžiausias galimas intensyvumas – 2,5.
2. Detalusis planas parengtas ant senos topografinės nuotraukos, kurioje neatsispindi esama padėtis: želdiniai, vaikų žaidimo aikštelė, bendrojo naudojimo rekreacinė zona gyventojams. Nemažai medžių patenka į užstatomą teritoriją. Jei detalųjį planą tikrinančios institucijos būtų mačiusios tikrąją padėtį, detaliojo plano aplinkosauginė dalis galėjo būti ir nesuderinta.

Pareiškėjai taip pat nurodė, kad Vilniaus miesto savivaldybės administracijos Miesto plėtros departamento 2005 m. kovo 1 d. išduotas statybos leidimas Nr. GN/169/05-0117 naikintinas, nes:

1. Nuolatinė statybos komisija privalėjo patikrinti, ar statinio projektas yra parengtas pagal atitinkamuose norminiuose aktuose numatytus reikalavimus ir nepažeidžiant Vilniaus miesto bendrojo plano sprendinių, o leidimas išduotas neatsižvelgiant, kad gyvenamasis namas suprojektuotas tokios apimties, kuri neatitinka daugiabučio gyvenamojo pastato sklypo privalomojo minimalaus ploto (žemės sklypo plotas – 2 284 kv.m., reikalinga – 3 554,44 kv.m.).
2. Statybos leidimas išduotas statyti septynis aukštus, o iš UAB „Baltijos ažuolas“ internetiniame puslapyje esančios reklamos matyti, jog aštuntame aukšte planuojama įrengti dar septynis butus. Buvo pažeisti aplinkos ministro 2003 m. gruodžio 24 d. įsakymu Nr. 705 patvirtinto statybos techninio reglamento STR 2.02.01:2004 „Gyvenamieji pastatai“ 242, 243 punktų reikalavimai.
3. Pagal projektą gyvenamasis namas statomas toje teritorijoje, kurioje buvo vaikų žaidimo aikštelė. Ja naudojosi Žirmūnų g. namų Nr. 111 ir 113, taip pat aplinkinių namų vaikai. Tačiau pagal projektą, žaidimų aikštelė panaikinama, o naująją planuojama įrengti toliau už statomo gyvenamojo namo. Pagal Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2003 m. gruodžio 24 d. įsakymu Nr. 705 patvirtinto STR 2.02.01:2004 „Gyvenamieji pastatai“ 242 ir 243 punktus sklype turi tilpti vaikų žaidimo aikštelė, elementari sporto aikštelė paaugliams ir vieta ramiam vyresnio amžiaus namo gyventojų poilsiui. Be to, vaikų žaidimo aikštelė turi būti tokioje sklypo vietoje, kuri matoma bent iš vieno buto kambario ar iš bendro naudojimo

patalpų. Visi aukščiau minėti reikalavimai būtų pažeisti, jeigu žaidimų aikštelė būtų įrengta toliau už statomo gyvenamojo namo ne sklypo teritorijoje.

4. Statomo gyvenamojo namo projektas taip pat neatitinka Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2003 m. gruodžio 24 d. įsakymu Nr. 705 patvirtinto statybos techninio reglamento STR 2.02.01:2004 „Gyvenamieji namai“ 192.2 punkto, kuriame nurodoma, jog daugiaaukščiai gyvenamieji namai turi būti išdėstyti taip, kad atitiktų pastatų patalpų ir vaikų žaidimo aikštelių insoliacijos reikalavimus, netrukdytų natūraliam patalpų apšvietimui, atitiktų natūralaus patalpų apšvietimo reikalavimus. Iškilsiantis gyvenamasis namas nebeleistų patekti natūraliai šviesai į namų Nr. 111 ir 113 gyventojų butų langus.
5. Statybos leidimas buvo išduotas neatsižvelgus į Lietuvos Respublikos statybos įstatymo 4 straipsnyje numatytus esminius statinio reikalavimus. Minėto straipsnio 1 dalies 3 punkte įtvirtinta nuostata, kad turi būti laikomasi higienos, sveikatos ir aplinkos apsaugos reikalavimų. Pastačius septynaukštį 84 butų gyvenamąjį namą, padidės urbanizacija, statomo namo gyventojai naudosis Žirmūnų g. esančių namų Nr. 111 ir 113 infrastruktūros objektais, padidėjus automobilių srautui, kils aplinkos užterštumo, triukšmo lygis. Tokie veiksniai kelia grėsmę tiek pareiškėjų, tiek pačiame statinyje įsikursiančių gyventojų sveikatai ir gyvenimo kokybei.

Vilniaus miesto savivaldybės administracija nurodė, kad užstatymo intensyvumas nebuvo pažeistas, nes bendrajame plane nurodoma tik orientacinė maksimali užstatymo intensyvumo reikšmė, kuri vėliau tikslinama atskirų miesto dalių bendrojo, specialiojo ir detaliojo planavimo dokumentuose. Teigė, jog pareiškėjų pateikti apskaičiavimai dėl statomo namo privalomojo minimalaus ploto pažeidimo nepagrįsti, nes į gyvenamojo pastato gyvenamųjų patalpų (butų) bei negyvenamosios paskirties patalpų visą naudingą plotą, išskyrus bendrojo naudojimo patalpas, nepagrįstai įtraukė bendrojo naudojimo patalpas. Pabrėžė, kad neišdavė leidimo 8 aukštų gyvenamajam namui ir nėra atsakinga už UAB „Baltijos ažuolas“ internetiniame puslapyje paskelbtos informacijos pagrįstumą. Pažymėjo, jog reglamento STR 2.02.01:2004 192.2, 242, 243 punktų reikalavimai negali būti taikomi iki šio akto įsigaliojimo patvirtinto detaliojo plano nustatytiems užstatymo reglamentams.

Tretysis suinteresuotas asmuo UAB „Baltijos ažuolas“ atsiliepime į pareiškėjų A. S., B. S. ir T. Z. skundą prašė jį atmesti kaip nepagrįstą. Tretysis suinteresuotas asmuo nurodė, kad pareiškėjų skundas yra nepagrįstas, nes:

1. Dėl pareiškėjų argumento, jog detaliuoju planu pažeistas sklypo užstatymo intensyvumas, numatytas Vilniaus miesto bendrajame plane, pažymėjo, jog bendrasis planas numato tik orientacinius intensyvumo rodiklius.

2. Nuolatinė statybos komisija nustatė, jog statybos projektas atitinka teritorijų planavimo dokumentus ir projektavimo sąlygų sąvadą. Taip pat pažymėjo, jog antstato plotas neviršija 50 procentų, todėl jis nelaikytinas atskiru aukštu ir nereiskia detaliojo plano sprendinių dėl aukštingumo pažeidimo.

Tretysis suinteresuotas asmuo UAB „Baltijos ažuolas“ tvirtino, jog vietoje naikinamos apleistos aikštelės išsipareigojo įgyvendinti kompensacines priemones ir įrengti naują žaidimų aikštelę, sutvarkyti miestui priklausančią greta sklypo esančią teritoriją. Nurodė, jog daugiabutis statomas įdauboje, todėl nepagrįsti pareiškėjų argumentai dėl insoliacijos reikalavimų pažeidimo.

Vilniaus apygardos administracinis teismas 2005 m. spalio 13 d. sprendimu pareiškėjų A. S., B. S. ir T. Z. skundą patenkinio. Teismas panaikino Vilniaus miesto savivaldybės valdybos 2001 m. birželio 7 d. sprendimo Nr. 1181V dalį, kuria patvirtintas detalusis planas sklypui Nr. 17, ir Vilniaus miesto savivaldybės administracijos Miesto plėtros departamento 2005 m. kovo 1 d. išduotą statybos leidimą Nr. GN/169/05-0117 (Lietuvos vyriausiojo... 2007).

Teismas nurodė, kad ant topografinio inžinerinio plano, ant kurio parengti detaliojo plano brėžiniai, nenurodytas topografinio inžinerinio plano rengėjas bei šio plano rengimo data, taip pat jame nėra duomenų apie teritorijoje esančius želdinius, vaikų žaidimų aikštelę, bendrojo naudojimo rekreacinę zoną gyventojams, nėra duomenų apie sklypo Nr. 17 faktinę padėtį.

Priimant ginčijamą sprendimą buvo pažeisti Teritorijų planavimo įstatymo 20 straipsnio 4, 8 dalys ir Vilniaus miesto tarybos 1998 m. gruodžio 18 d. sprendimas Nr. 292, nes sprendime nurodytas sklypo užstatymo intensyvumas – 3,2 – nemotyvuotas ir nepagrįstas įstatymu.

Techninį projektą parengė UAB „Architektūros kūrybinė grupė“. Techninio projekto rengimo metu galiojo STR 2.02.01:2004 „Gyvenamieji pastatai“, kurio nuostatos buvo privalomos rengiant techninį projektą. Paminėto statybos reglamento 11 punktu nurodyta formulė, pagal kurią apskaičiuojamas daugiabučiui namui statyti reikalingas sklypo plotas, gyvenamųjų patalpų (butų) bei negyvenamosios paskirties patalpų pastate visas naudingasis plotas arba pastato aukštingumas. Pareiškėjo nurodyti apskaičiavimai patvirtina, jog ginčo sklype suprojektuotas pastato naudingasis plotas yra didesnis už leistiną.

Statybos reglamento STR 2.02.01:2004 242 punkte pažymėta, jog sklype turi tilpti vaikų žaidimo aikštelė, sporto aikštelė paaugliams, vieta ramiam vyresnio amžiaus namo gyventojų poilsiui. Dėl šio dalyko sprendimas nepriimtas. Taip pat neįvykdytas statybos reglamento reikalavimas dėl minimalaus automobilių parkavimo vietų kiekio (suprojektuota 66 vietos, o turi būti 67).

Byloje esantys duomenys nepatvirtina, jog statomo gyvenamojo namo projektas atitinka Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2003-12-24 įsakymu

Nr. 705 patvirtinto statybos techninio reglamento STR 2.02.01:2004 „Gyvenamieji namai“ X skirsnio 192.2 punkto reikalavimus, kuriame nurodoma, jog daugiaaukščiai gyvenamieji namai turi būti išdėstyti taip, kad atitiktų pastatų patalpų ir vaikų žaidimo aikštelių insoliacijos reikalavimus, netrukdytų natūraliam patalpų apšvietimui, atitiktų natūralaus patalpų apšvietimo reikalavimus. Neapartas aplinkos užterštumo, triukšmo lygis. Teismas pažymėjo, kad specialistas teismo posėdyje nurodė, jog nėra atlikta darbo brėžinių ekspertizė, pritarė pareiškėjų pozicijai.

Lietuvos vyriausiasis administracinis teismas 2006 m. vasario 20 d. sprendimu Vilniaus apygardos administracinio teismo 2005 m. spalio 13 d. sprendimą panaikino, o pareiškėjų skundą atmetė kaip nepagrįstą. 2006 m. birželio 8 d. nutartimi Lietuvos vyriausiasis administracinis teismas nutarė atnaujinti procesą Lietuvos vyriausiojo administracinio teismo administracinėje byloje Nr. A¹¹-792/2006 ir perduoti bylą iš naujo nagrinėti apeliacine tvarka Lietuvos vyriausiajam administraciniam teismui (Lietuvos vyriausiojo... 2007).

Lietuvos vyriausiojo administracinio teismo teisėjų kolegija konstatavo, kad Administracinių bylų teisenos įstatymo 5 straipsnio 1 dalyje nustatyta, kad kiekvienas suinteresuotas subjektas turi teisę įstatymų nustatyta tvarka kreiptis į teismą, kad būtų apginta pažeista ar ginčijama jo teisė arba įstatymų saugomas interesas.

Pareiškėja T. Z. pagal skelbimo turinį negalėdama suprasti, kad yra planuojama gretima jos gyvenamosios aplinkos teritorija, negalėjo pateikti turimos reikšmingos informacijos: kad detaliuoju planu leistas sklypo užstatymo intensyvumas – 3,2 – pažeidžia Vilniaus miesto bendrąjį planą, kuris nustato, kad, kai gyvenamojoje teritorijoje planuojamas daugiau nei penkių aukštų pastatas, didžiausias galimas intensyvumas – 2,5.

Todėl byloje įrodyta, kad buvo iš esmės pažeisti Lietuvos Respublikos Vyriausybės 1996 m. rugsėjo 18 d. nutarimu Nr. 1079 patvirtintų Teritorijų planavimo dokumentų projektų svarstymo su visuomene nuostatai, taip pat T. Z. subjektinė teisė dalyvauti jos skundžiamo detaliojo plano viešame svarstyme įstatymo numatytu būdu. Dėl to pirmosios instancijos teismas pagrįstai ir teisėtai panaikino skundžiamo sprendimo dalį, kuria patvirtintas detalusis planas sklypui Nr. 17. Pareiškėjos ginčijamas statybos leidimas išduotas neteisėto detaliojo plano pagrindu, todėl jis buvo panaikintas.

Be to, iš trečiojo suinteresuoto asmens UAB „Baltijos ažuolas“ paaiškinimų seka, kad ginčo statinio projektavimas prasidėjo UAB „Baltijos ažuolas“ įsigijus sklypą, t. y. po 2004 m. rugsėjo 13 d. Tuo metu, bei ginčijamo statybos leidimo išdavimo metu galiojusio Statybos įstatymo 6 straipsnis reglamentavo aplinkos, kraštovaizdžio, nekilnojamųjų kultūros paveldo vertybių ir kitą apsaugą (saugą), trečiųjų asmenų interesų apsaugą. Šio įstatymo 6 straipsnio 4 dalyje (2001 m.

lapkričio 8 d. įstatymo Nr. IX-583 redakcija) buvo nustatyta, kad statinys turi būti statomas ir pastatytas, o statybos sklypas tvarkomas taip, kad statybos metu ir naudojant pastatytą statinį trečiųjų asmenų gyvenimo ir veiklos sąlygos, kurias jie turėjo iki statybos pradžios, galėtų būti pakeistos tik pagal normatyvinių statybos techninių dokumentų ir normatyvinių statinio saugos ir paskirties dokumentų nuostatas. Šios sąlygos yra <...> 7) gamtos ir kultūros vertybių išsaugojimas <...>.

To paties įstatymo 2 straipsnio 54, 55 punktuose (2001 m. lapkričio 8 d. įstatymo Nr. IX-583 redakcija) buvo paaiškinta, kad normatyvinis statybos techninis dokumentas – tai dokumentas, kuris nustato statinio projektavimo, statybos <...> reikalavimus, taisykles, bendruosius principus ir charakteristikas; tai statybos techniniai reglamentai, statybos taisyklės, standartai, techniniai liudijimai, metodiniai nurodymai, rekomendacijos, o normatyviniai statinio saugos ir paskirties dokumentai – tai dokumentai, kurie kitų įstatymų ar teisės aktų pagrindu nustato statinio apsaugos ir saugos, žmonių, kurie juo naudojasi, apsaugos ir saugos, statinio aplinkos apsaugos ir saugos reikalavimus pagal šio Įstatymo 6 straipsnio 1 dalyje nurodytas sritis, atsižvelgiant į statinio paskirtį (statinio tipą) ir jame planuojamą veiklą. Šie dokumentai taip pat nustato statinio paskirties reikalavimus: statinio matmenų (priklausančių nuo statinio paskirties) apskaičiavimo, funkcinių ryšių tarp statinio dalių (patalpų) ir statinių, technologinių ir energetikos įrenginių, technologinių inžinerinių sistemų, technologijos ir energetikos procesų patikimumo, efektyvumo ir saugos <...>.

Taigi paminėtos teisės normos suteikia subjektinę teisę asmenims, kad aplinka, betarpiškai susijusi su jų gyvenimo ir veiklos vieta, statant statinius būtų pakeista laikantis teisės normų reikalavimų. Teismas pažymėjo, kad ši teisės norma trečiųjų asmenų teisių ir interesų apsaugos nesieja su nuosavybės teise.

Byloje nustatyta, kad pareiškėja T. Z. daugiabučiame name esančiame Žirmūnų g. 113 pagal panaudos sutartį gyvena virš 20 metų, nuo šio namo iki statybų vietos aptvaro yra 16,60 metrų, o tarp jos gyvenamo namo iki suprojektuoto pastato yra apie 26 m. Šios aplinkybės liudija, kad statyba betarpiškai turi įtakos pareiškėjos T. Z. nuolatinėms gyvenimo ir veiklos sąlygoms.

Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2003 m. gruodžio 24 d. įsakymu Nr. 705 yra patvirtintas statybos techninis reglamentas STR 2.02.01:2004 „Gyvenamieji pastatai“. Pirmosios instancijos teismas teisingai nustatė, kad jis galiojo techninio projekto rengimo metu. Paminėto statybos reglamento 11 punktu nurodyta formulė, pagal kurią apskaičiuojamas daugiabučio gyvenamojo pastato sklypo privalomas minimalus plotas. Pirmosios instancijos teismas tinkamai vertino įrodymus – pareiškėjos nurodyti apskaičiavimai patvirtina, jog gyvenamasis namas suprojektuotas tokios apimties, kuri neatitinka daugiabučio gyvenamojo pastato sklypo privalomojo minimalaus ploto – t. y. statomas per didelis namas.

Kad nagrinėjame žemės sklype suprojektuotas pastato naudingas plotas yra didesnis už leistiną, patvirtino ir Valstybinė teritorijų planavimo ir statybos inspekcija prie Aplinkos ministerijos.

Apeliantai neigė šią aplinkybę, bet Vilniaus miesto savivaldybės administracijos pateikti apskaičiavimai tik nežymiai skiriasi nuo pareiškėjų apskaičiavimų, o tretysis suinteresuotas asmuo UAB „Baltijos ažuolas“ savo apskaičiavimų nepateikė.

Apeliantų nuorodos į analogiją su užstatymo intensyvumu yra nepagrįstos, nes užstatymo intensyvumas ir daugiabučio gyvenamojo pastato sklypo privalomas minimalus plotas yra dydžiai, nustatomi pagal skirtingus apskaičiavimus (Teritorijų planavimo įstatymo 2 str. 44 p.).

Tokiu būdu byloje įrodyta, kad greta T. Z. gyvenamosios vietos yra statomas per didelis pastatas nesilaikant statybos reglamento nuostatų, tuo pažeista pareiškėjos T. Z. subjektinė teisė, kad aplinka betarpiškai susijusi su jos gyvenimo ir veiklos vieta statant naują statinį būtų pakeista, laikantis statybą reglamentuojančių teisės normų reikalavimų. Be to, yra pažeisti ir kiti paminėto reglamento 242 punkto, 243 punkto reikalavimai, nors jie esmingai pareiškėjos T. Z. aplinkos nepaliečia.

Teismas vertino, kad pareiškėja T. Z. turi subjektinę teisę į sveiką ir švarią aplinką (Lietuvos Respublikos Konstitucijos 19 str. ir 53 str. 3 d., 54 str., Lietuvos Respublikos Konstitucinio Teismo 1998 m. birželio 1 d. nutarimas). Aplinka paprastai suprantama kaip gamtoje funkcionuojanti visuma tarpusavyje susijusių elementų (žemės paviršius ir gelmės, oras, vanduo, dirvožemis, augalai, gyvūnai, organinės ir neorganinės medžiagos, antropogeniniai komponentai) ir juos vienijančios natūraliosios bei antropogeninės sistemos (Lietuvos Respublikos Konstitucinio Teismo 1998 m. birželio 1 d. nutarimas). Teismas vertino, kad statant gyvenamąjį namą, nesilaikant statinio statybai keliamų reikalavimų, šalia gyvenančių asmenų subjektinė teisė į sveiką ir švarą aplinką apribota.

Byloje pareiškėja neteikė įrodymų ir neįrodė, kad yra pažeisti STR 2.02.01:2004 192.2 p. nustatyti insoliacijos reikalavimai. Taip pat pareiškėja neįrodė, kad padidės aplinkos užterštumas, triukšmo, vibracijos lygis, todėl šioje dalyje jos skundas nebuvo patenkintas.

Lietuvos vyriausiasis administracinis teismas Vilniaus apygardos administracinio teismo 2005 m. spalio 13 d. sprendimo dalį, kuria teismas patenkino T. Z. skundą ir panaikino Vilniaus miesto savivaldybės valdybos 2001 m. birželio 7 d. sprendimo Nr. 1181V dalį, kuria patvirtintas detalusis planas sklypui Nr. 17, ir Vilniaus miesto savivaldybės administracijos Miesto plėtros departamento 2005 m. kovo 1 d. išduotą statybos leidimą Nr. GN/169/05-0117, paliko nepakeistą (Lietuvos vyriausiojo... 2007).

Dėl gretimame sklype planuojamo statinio neigiamos įtakos kaimyninių sklypų naudotojų gyvenimo sąlygoms Lietuvos vyriausiasis administracinis teismas taip pat yra pasisakęs administracinėje byloje Nr. A⁵²⁵-1470/2011 (Lietuvos vyriausiojo... 2011).

Akivaizdu, kad teisiniai ginčai dėl pastato erdvinių planinių sprendinių yra viena iš statybos proceso rizikų. Netinkamai, pažeidžiant trečiųjų asmenų esamas gyvenimo sąlygas, suplanavus ir suprojektavus pastatą galima įsivelti į ilgai trunkantį ir brangiai kainuojantį teisminį procesą. Jei netinkamas statinio suplanavimas išaiškėja jau pradėjus jį statyti, patiriamos dar didesnės išlaidos. Netinkamo statinio suplanavimo rizika be abejonės galėtų būti sumažinama daugiau dėmesio skiriant statinio planavimo etapui.

1.5.2. Rizika statybos projekto planavimo etape

Kiekvienas statybos projektas yra unikalus ir rizikingas. Juose taip pat dalyvauja daug suinteresuotųjų šalių, kurių kiekviena neišvengiamai susiduria su tam tikra rizika. Rizika gali būti įvardijama kaip rizikingas įvykis, tikimybė jam kilti bei potencialių nuostolių ar naudos dėl to mastas (Lam *et al.* 2007). Rizika gali būti apibūdinama kaip faktinių ir tikėtinų rezultatų skirtumas (Turskis *et al.* 2012). Rizika gali būti valdoma, mažinama, perkeliama ar prisiimama, bet jokių būdų ne ignoruojama (Lam *et al.* 2007). Tipinės rizikos statybos projektuose parodytos 1.8 paveiksle.

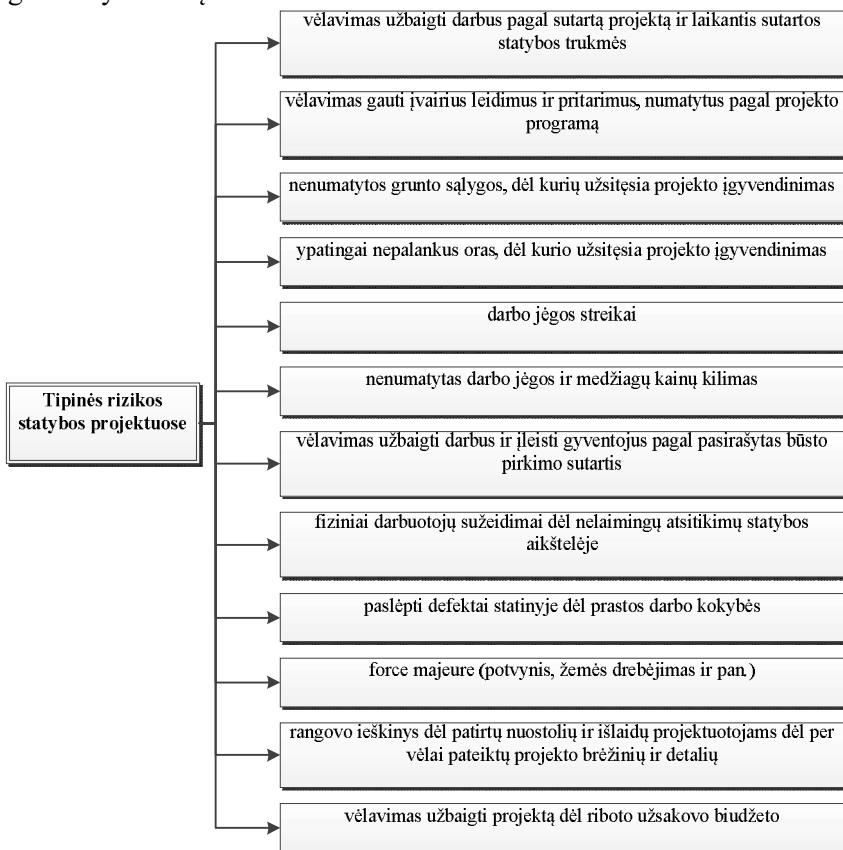
Sėkmingas tvarus statybos projektas planavimo stadijoje pasižymi šiais bruožais (Rafindadi *et al.* 2014):

- komandos nariai turi ankstesnės darbo vieni su kitais patirties, yra pakankami informacijos mainai, pasitikėjimas ir bendradarbiavimas, komandos nariai yra įsipareigoję projektą planuoti tvariai;
- statytojas yra įsipareigojęs projektą vykdyti tvariai;
- į projektą pagrindiniai projekto dalyviai yra įtraukiami kuo anksčiau.

Šiuo metu rizikos nustatymo ir valdymo procesai įvairiuose statybos (Rohaninejad, Bagherpour 2013; Abdul-Rahman *et al.* 2013; Wibowo, Mohamed 2010; Zayed *et al.* 2008) ir kituose projektuose (Schieg 2006; Zavadskas *et al.* 2010; Reed, Knight 2010; Kutsch, Hall 2010; Zhang 2007) nagrinėjami labai plačiai. Vertinant labiausiai paplitusius rizikos veiksnius statybos ir valdymo projektuose naudojamos analitiniu hierarchiniu procesu grindžiamos vertinimo sistemos (Al-Azemi *et al.* 2014; Zou, Li 2010; Nieto-Morote, Ruz-Vila 2011). Analizuojamas rizikos paskirstymas tarp viešojo ir privataus sektorių bei tokio paskirstymo pasekmės (Ke *et al.* 2012; Xu *et al.* 2012).

Daugelis mokslininkų nagrinėja konkrečių rizikų įtaką statybos projektui: politinės rizikos (Khattab *et al.* 2007), mokėjimų uždelsimų (Adams 2008), vidinės

rizikos (Barber 2005), supančios aplinkos rizikos (Chen *et al.* 2011), prasto projekto planavimo (Khodeir, Mohamed 2015). Kiti mokslininkai identifikuoja, jų manymu, visas statybos projekto įgyvendinimo metu galinčias kilti rizikas, suklasifikuoja jas į tam tikras grupes (Abednego, Ogunlana 2006; Hassanein, Afify 2007; Flanagan, Norman 1999; Wang, Yuan 2011) bei nustatinėja, kurios iš šių rizikų kelia didžiausias grėsmes. Daug dėmesio skiriama rizikos paskirstymui tarp viešojo ir privataus sektoriaus šių sektorių bendradarbiavimo atvejais (Doloi 2012; Ng, Loosemore 2007; Abednego, Ogunlana 2006), aptariamos didelių projektų įgyvendinimo rizikos (Sanderson 2012). N. Banaitienė ir kt. (2011) atliko tyrimus, kaip statybos bendrovės nustato statybos projektų rizikos reikšmę ir pasirengia valdyti riziką.



1.8 pav. Tipinės rizikos statybos projektuose (Flanagan, Norman 1999; Komarovska 2013)

Fig. 1.8. Typical risks in construction project (Flanagan, Norman 1999; Komarovska 2013)

Projekto kompleksiskumas, finansinė struktūra ir vyriausybės politika yra trys pagrindinės priežastys, darančios įtaką laikui, kainai ir projekto įgyvendinimo efektyvumui viešojo-privataus sektorių bendradarbiavimo projektuose (Doloi 2012). Projekto neapibrėžtumas taip pat gali turėti įtakos projekto planavimui ir kontrolei (Jun *et al.* 2011; Perminova *et al.* 2008). Dėl kompleksiskumo ir dinamikos didėjimo statybos projektuose rizikos analizės procesas tampa netikslus ir subjektyvus. Realiam pasaulyje rizikos analizės problemos susideda iš kiekybinių ir kokybinių duomenų. Todėl prioritetinės rizikos nustatymui kiekybiniai analizės metodai nėra tinkami (Nieto-Morote, Ruz-Vila 2011). Statybos projekto įgyvendinimo rizika gali būti klasifikuojama į objektyviąją ir subjektyviąją. Rizika, kuri analizuojama stebėjimo metu arba skaičiuojamas jos atsiradimas ir įtaka projektui, apibrėžiama kaip objektyvi rizika. Rizika, kuri remiasi įsitikinimais ar nuojautomis apie riziką, tačiau ne objektyviais duomenimis, dažnai vadinama subjektyviąja rizika (Adams 2008).

1.1 lentelė. Rizikos grupės pagal K. Lam ir kt. (Lam *et al.* 2007)

Table 1.1. Risk groups according to Lam *et al.* (2007)

Rizikos grupė	Rizika
Pajėgumų rizika	rangovo projektavimas
	subrangovų klaidos
	darbų kokybė
	statybos aikštelės sauga
	sutikimo ar pritarimo iš valdžios gavimas
Sutartinė ir teisinė rizika	neatitiktys dokumentuose
	trečiųjų šalių vėlavimas
Ekonominė rizika	infliacija
	darbo jėgos ir įrenginių trūkumas
Fizinių veiksnių rizika	grunto sąlygos
	galimybė patekti į statybos aikštelę
	kiekių pasikeitimai
	atšiaurus oras
Politinė ir socialinė rizika	teisės aktų ir taisyklių pasikeitimai
	visuomeniniai neramumai
	darbuotojų ginčai ir streikai

Statybos projekte yra svarbu atskirti rizikos priežastis nuo jos pasekmių. Galiausiai visos rizikos projekte yra susijusios su viena ar daugiau sekančių priežasčių (Flanagan, Norman 1999):

- biudžeto/plano/sąmatos/pasiūlymo nesilaikymas;
- terminų leidimams, projektui, statybai ir apgyvendinimui nesilaikymas;
- kokybės standartų, saugos ir aplinkos apsaugos standartų nesilaikymas.

1.2 lentelė. Rizikos statybos projektuose pagal N. Kartam ir S. Kartam (Kartam, Kartam 2001)

Table 1.2. Risk in construction projects according to Kartam and Kartam (2001)

Rizikos statybos projektuose	
Leidimai ir taisyklės	Projekto programos tikslumas
Darbų apimtys	Ginčai su darbuotojais
Galimybė patekti į statybos aikštelę	Nelaimingi atsitikimai/saugumas
Darbo jėgos, medžiagų ir įrangos prieinamumas	Projekto klaidos
Darbo jėgos ir įrangos produktyvumas	Darbų pasikeitimai
Statybos aikštelės sąlygų pasikeitimai	Trečiųjų asmenų vėlavimas
Darbų koordinavimas su subrangovais	Nepalankios oro sąlygos
Gamtos stichijos	Vėluojantis ginčų sprendimas
Vėluojantys mokėjimai pagal sutartį	Medžiagos su defektais
Valdžios veiksmai	Darbų kokybė
Infliacija	Finansiniai nesklandumai
Rangovo kompetencija	Faktiniai darbų kiekiai
Derybų tvarkos pasikeitimai	Karo grėsmė

Siekiant statybos projektuose efektyviai valdyti riziką, labai svarbu identifikuoti svarbiausias rizikos rūšis (Andi 2006). Kiekvienas iš mokslininkų identifikuoja vis kitokias rizikos rūšis:

1. K. Lam ir kt. (Lam *et al.* 2007) identifikavo 16 rizikos variantų, kuriuos suskirstė į penkias pagrindines rizikos grupes (1.1 lentelė).
2. Y. Xu ir kt. (Xu *et al.* 2011) išskyrė 11 kritinių rizikos rūšių: 1) politinė rizika; 2) teisinė rizika; 3) valstybės finansavimo rizika; 4) pasikeitimų rinkoje rizika; 5) infliacijos rizika; 6) gaminių kainų rizika; 7) netikslių rinkos prognozių rizika; 8) sutarties rizika; 9) finansavimo rizika; 10) pagalbinės infrastruktūros rizika; 11) techninė rizika.

3. N. Kartam ir S. Kartam (Kartam, Kartam 2001) nurodė, kad rizika statybos projektuose pasireiškia darbų vėlavimu ir kainos padidėjimu ir pateikė 26 rizikos grupių sąrašą (1.2 lentelė).
4. Y. Ke ir kt. (Ke *et al.* 2010) tyrime remiantis literatūros apžvalga ir apklausos būdu identifikavo 37 potencialios rizikos rūšis.
5. L. Bing ir kt. (Bing *et al.* 2005) identifikavo 46 rizikos rūšis statybos projekte.
6. S. El-Sayegh (El-Sayegh 2007) tyrė 42 rizikos grupes apklausiant statybos ekspertus (1.3 lentelė).
7. P. Zou ir kt. (Zou *et al.* 2007) identifikavo 25 projekto rizikas ir išskyrė kiekvienos iš rizikų įtaką projekto kainai, įgyvendinimo laikui, kokybei, saugumui ir aplinkai.
8. Andi (Andi 2006) apklausiant įvairios patirties statybos srityje turinčius užsakovus ir rangovus išskyrė ir įvertino 27 rizikos rūšys.

1.3 lentelė. Rizikos, nurodytos S. El-Sayegh (El-Sayegh 2007)

Table 1.3. Risk, according to El-Sayegh (2007)

Rizikos statybos projektuose	
Užsakovo vėlavimas sumokėti rangovui	Netikėtas užsakovo bankrotas
Užsakovo primestas nepriimtinais įtemptas darbų vykdymo grafikas	Nenuspėjamos techninės problemos statybos metu
Nepriimtinas užsakovo įsikišimas	Nelaimingi atsitikimai statybos metu
Užsakovo reikalaujami projekto pakeitimai	Prasta darbo kokybė
Nepakankama užsakovo kompetencija darbų apibūdinimui	Žemės darbo jėgos ir įrangos produktyvumas
Pavėluotas leidimas į statybos aikštelę	Projektas su klaidomis
Sutarties pažeidimai iš užsakovo pusės ir ginčai	Rangovo nekompetencija
Detalumo stoka brėžiniuose ir specifikacijose	Kvalifikuotos darbo jėgos trūkumas
Projektuotojų nuolat atliekami projekto pakeitimai	Prastas subrangovų darbas
Brėžiniai ir dokumentai pateikiami ne laiku	Karo grėsmė ir politinis nestabilumas
Sutarties pažeidimai iš subrangovų pusės ir ginčai	Darbuotojų streikai ir ginčai
Tiekėjų vėlavimas pateikti medžiagas laiku	Teisės aktų ir taisyklių pasikeitimai

1.3 lentelės pabaiga
The end of Table 1.3

Rizikos statybos projektuose	
Problemos su tiekėjų pateiktų medžiagų kokybe	Korupcija ir kyšininkavimas
Pritarimų išdavimo vėlavimas	Kriminaliniai veiksmai
Konfliktai dėl kultūrų skirtumo	Turto prievartavimas
Infliacija ir netikėtas kainų pasikeitimas	Darbo jėgos trūkumas
Valiutos kurso svyravimai	Įrangos trūkumas
Medžiagų trūkumas	Netikėtai nepalankūs orai
Nenumatytos statybos aikštelės sąlygos	Vėlavimas spręsti ginčus
Vėlavimas spręsti sutarties problemas	Neteisybė pasiūlymuose
Sunkumai ieškiniuose dėl draudimo kompensacijos	Vietinis protekcionizmas

Rizikos valdymo procesas paprastai susideda iš keturių etapų: rizikos identifikavimas, rizikos analizė, rizikos valdymo metodo parinkimas ir rizikos pasekmių valdymo stebėjimas (Hassanein, Afify 2007; Lam *et al.* 2007; Rizikos valdymas, 2012). Mokslininkai nurodo, kad yra du rizikos valdymo metodų tipai: prevencinis, kuris yra efektyvus ankstyvosiose projekto stadijose, ir švelninantis, kuris taikomas rizikos mažinimui statybos metu (Kartam, Kartam 2001). Tačiau net ir dedant nemažai pastangų į rizikos valdymą, statybos projektų rizikos valdymas vis tiek yra labai neefektyvus ir pagrindinė to priežastis yra žinių trūkumas (Serpella *et al.* 2014).

Ilgalaikiam regionų tvarumui užtikrinti taip pat labai svarbus yra tinkamas teritorijų planavimas (Elbakidze *et al.* 2015), kuris turi būti atliekamas lanksčiai (Goncalves, Ferreira 2015). Rizikos valdymo strategijos turi būti įtraukiamos į sudaromus žemiausio lygmens teritorijų planavimo dokumentus (Flannery *et al.* 2015). L. Y. Ding ir kt. (Ding *et al.* 2016) sukūrė rizikos analizės sistemos prototipą BIM aplinkoje. O. Torp (Torp *et al.* 2016) tyrė riziką statybos planavimo etape ir nustatė, kad kainos padidėjimą statybos planavimo etape labiausiai lėmė pastato apimties ir dizaino sprendinių pakeitimai, sklypo ypatumai ir apribojimai, specialios įrangos poreikis. Taigi, pastato planavimo etape rizika taip pat egzistuoja. Bendradarbiavimas yra būtina sėkmingo komandinio darbo statybose sąlyga. Ginčų statybose lygis ir sudėtingumas tiesiogiai priklauso nuo šalių bendradarbiavimo ar nebendradarbiavimo lygio (Aibinu *et al.* 2011). Mokslininkai nustatė, kad atsainus požiūris į planavimą įtakoja statybos projekto įgyvendinimo

riziką (Sudmeier-Rieux *et al.* 2015). Planavimo procesas (jo sėkmė) turi nebejotiną įtaką viso projekto įgyvendinimo sėkmei (Heravi *et al.* 2015).

Apibendrinant, statybos projektai visuomet yra labai sudėtingi. Ne išimtis ir pradinis statybos projekto etapas – pastato planavimas. Todėl siekiant kuo sėkmingiau įgyvendinti projektą labai svarbu nuo pat pradžių jį tinkamai suplanuoti. Pastato planavimą neabejotinai gali palengvinti skaitmeninės statybos technologijos. Jos padeda bendradarbiauti prie projekto dirbantiems asmenims, tai palengvina apsikeitimą vis didėjančiais informacijos kiekiais.

1.6. Pirmojo skyriaus išvados ir disertacijos uždavinių formulavimas

1. Atlikus literatūros analizę nustatyta, kad visame pasaulyje, įskaitant Lietuvą, BIM dar tik pradedamas vystyti, nepaisant to, kad kai kuriose šalyse šis procesas pažengęs labiau. Taip pat nustatyta, kad BIM technologija daugiausiai suprantama tik kaip 3D projektavimas ir taikoma pastato projektavimo ir statybos etapuose, o pastato planavimo etape BIM taikomas retai.
2. Planavimo etapas yra pradinis statybos proceso etapas, sunkiai nuspėjamas, todėl turi būti itin kruopščiai kontroliuojamas. Planavimo etape įvertinus visus privalomus reikalavimus pastatui ir sklypui, vėlesniuose statybos projekto etapuose sumažėja klaidų ir sprendinių keitimo rizika. Netinkamai suplanavus pastatą ir sklypą, neatsižvelgus į visus privalomus reikalavimus, visas projektas gali tapti nuostolingų ar netgi praktiškai neįgyvendinamu.
3. BIM yra statinio informacinio modeliavimo sistema. Tačiau nemažai informacijos, turinčios įtakos kiekvienam statiniui (jo planavimui, projektavimui, statybai ir kt.) yra planuojamo statinio aplinkoje arba, kitaip tariant, teritorijoje. Todėl informacijos apie statinį generavimas ir valdymas turėtų prasidėti nuo informacijos apie teritoriją, kurioje planuojamas statinys, surinkimo ir valdymo.
4. BIM panaudojimas pastato planavimo etape pagerintų esamų aplinkos sąlygų įvertinimą, padėtų tolimesniame modeliavime, ateityje kitų objektų planavimui suteiktų vis išsamesnės informacijos apie aplinką, taip pat būtų naudingas ir vizualizacijos tikslais.

Atsižvelgiant į apibendrinimus, formuluojami tolesni šios disertacijos uždaviniai:

1. Apibrėžti sklypo užstatymo erdvinio planavimo sampratą.
2. Atlikti teisinės aplinkos, skaitmeninimo priemonių analizę, siekiant apibrėžti reikalavimų sistemą sklypo užstatymo erdviniam planavimui.
3. Nustatyti sklypo užstatymo erdvinio planavimo elementus ir sukurti sklypo užstatymo erdvinio planavimo koncepcinį modelį BIM aplinkoje, bei pritaikyti jį Lietuvos statybos sektoriui.
4. Numatyti bei pasiūlyti sukurto modelio plėtojimo galimybes, pateikti modelio praktinio pritaikymo pavyzdį.

Reikalavimų sistema sklypo užstatymo erdviniam planavimui

Šiame skyriuje apibrėžta sklypo užstatymo erdvinio planavimo samprata, nustatyti ir išskirti sklypo užstatymo erdvinio planavimo elementai. Šiame skyriuje taip pat atlikta Lietuvos statybų sektoriaus teisinės aplinkos analizė, skaitmeninimo priemonių Lietuvos statybos sektoriuje apžvalga. Detaliai išanalizuoti reikalavimai pastato erdvinio modelio tūriniam sprendiniam ir privalomųjų sklypo dalių išskyrimui.

Šiame skyriuje nagrinėjama tema autorė kartu su bendraautoriais paskelbė keturias publikacijas (Komarovska *et al.* 2015a; Komarovska *et al.* 2015b; Pecienė 2015; Ustinovičius *et al.* 2017).

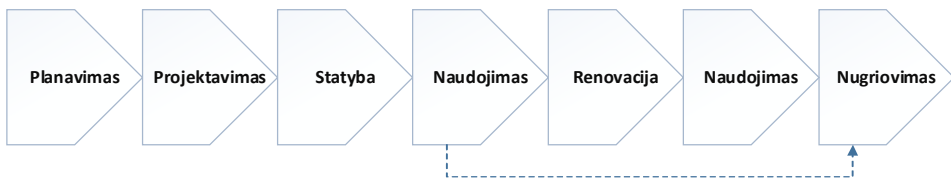
2.1. Sklypo užstatymo erdvinio planavimo samprata ir elementai

Lietuvos Respublikos teisės aktuose erdvinio planavimo sąvoka nėra apibrėžta. Europos Sąjungos valstybėse vieningo erdvinio planavimo apibrėžimo taip pat nėra. Bendrinėje kalboje erdvinis planavimas reiškia viešojo sektoriaus naudojamus metodus, kuriais daromas poveikis žmonių ir veiklos pasiskirstymui įvairaus

masto erdvėse. Jį sudaro miesto (miestų planavimas), regioninis (regionų planavimas), nacionalinis ir tarptautinis lygmuo. Svarbiausias erdvinio strateginio planavimo siekis yra susieti teritorinius plėtros aspektus integruojant ekonomines, aplinkosaugos, kultūrines ir socialines politikas. Lietuvoje erdvinio planavimo terminas vartojamas kalbant apie urbanistinę arba regioninę politiką ir dažnai yra susijęs su Lietuvoje vartojama sąvoka „teritorijų planavimas“ (Arimavičiūtė 2011). J. Markevičienė (2015) erdvinį planavimą apibrėžia kaip procesą, kai, remiantis esamosios (paveldėtosios) miesto formos matrica (ją išsaugant, tęsiant arba nuvertinant), modeliuojama siekiamoji miesto matrica.

Šioje disertacijoje yra nagrinėjamas sklypo užstatymo erdvinis planavimas. Sklypo užstatymo erdvinio planavimo sąvoka nėra apibrėžta. Tačiau akivaizdu, kad visas pastato gyvavimo ciklas prasideda nuo pastato planavimo, ir tik vėliau prasideda detalus pastato projektavimas.

Turint teritorijų planavimo dokumentais suplanuotą sklypą pradedamas pastato planavimas. Pastato planavimas yra pirmasis pastato gyvavimo ciklo etapas (2.1 pav.), kuriame nustatoma pastato koncepcija, pagrindiniai kokybiniai ir kiekybiniai parametrai.

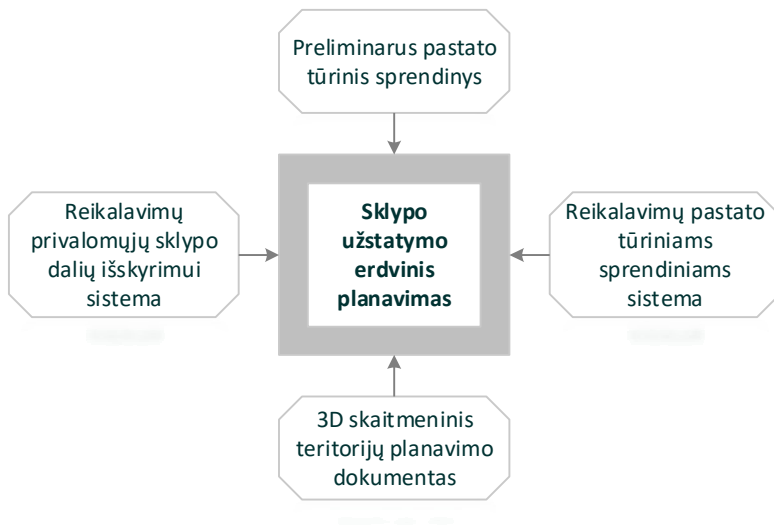


2.1 pav. Pastato gyvavimo ciklas (sudaryta autorės)

Fig. 2.1. Life cycle of a building (author created)

Pastato planavimo etape, atsižvelgiant į teritorijų planavimo dokumentuose nustatytus reikalavimus bei įvertinant sklypo gretimybes, pirmiausia parenkama pastato vieta sklype, geometriniai pastato parametrai (pastato aukštis, plotis, ilgis, kitaip tariant – erdvinė forma), pagrindinės išorės atitvarinių konstrukcijų medžiagos. Sklypo užstatymo erdvinis planavimas gali būti apibrėžiamas kaip pastato ir jį supančios aplinkos planavimas skaitmeninėje 3D aplinkoje, panaudojant šiuolaikines kompiuterines technologijas ir sukuriant virtualų modelį, su kuriuo galima imituoti įvairiausias realias situacijas, elgtis lyg su realiu bei nustatyti suplanuoto pastato ir sklypo atitiktį privalomiesiems reikalavimams. Būtent šis statybos proceso etapas yra tyrimo objektas.

Sklypo užstatymo erdvinį planavimą sudaro keturi pagrindiniai elementai (2.2 pav.). Kiekvieną iš šių elementų atitinkamai sudaro smulkesnės sudėtinės dalys.



2.2 pav. Sklypo užstatymo erdvinio planavimo elementai (sudaryta autorės)

Fig. 2.2. Elements of the spatial planning process for site and buildings (author created)

Pažymėtina, kad planavimo metu modifikuojamas (keičiamas) gali būti tik preliminarus pastato tūrinis sprendinys. Reikalavimai pastato tūriniams sprendiniams, privalomųjų sklypo dalių išskyrimui yra įtvirtinti teisės aktuose, teritorijų planavimo dokumento sprendiniai pastato planavimo metu taip pat negali būti keičiami, todėl šie elementai planavimo metu lieka pastovūs.

2.2. Teritorijų planavimas Lietuvoje

Kiekvienas pastatas yra planuojamas tam tikrame sklype, kuriam prieš tai būna parengtas teritorijų planavimo dokumentas. Todėl siekiant nustatyti visas pastato planavimui įtaką darančias aplinkybes, būtina apžvelgti teritorijų planavimo sistemą Lietuvoje.

Teritorijų planavimas – tai įrankis, padedantis užtikrinti darnią ir nuoseklią visos šalies teritorijų plėtrą. Be to, tai sritis, kurioje susiduria tam tikrą teritoriją planuojančių subjektų interesai. Šiuo metu teritorijų planavimo dokumentai Lietuvoje yra rengiami 2D formatu. Teritorijų planavimo dokumentuose yra nustatomi tik keli pagrindiniai teritorijos vystymo reikalavimai: teritorijos naudojimo būdas, galimi užstatymo tipai, statinių aukštis, leistinas užstatymo tankis, intensyvumas, želdynų plotas. Be šių reikalavimų yra gausybė kitų reikalavimų, kurie

nustatyti įvairiuose kituose statybos procesą reglamentuojančiuose dokumentuose. O atsižvelgti ir paisyti visų nustatytų reikalavimų yra būtina siekiant sėkmingai suplanuoti ir įgyvendinti projektą.

Pagrindinis teritorijų planavimą reglamentuojantis dokumentas Lietuvoje yra LR Teritorijų planavimo įstatymas (2014). Šis įstatymas reglamentuoja Lietuvos Respublikos teritorijos, kontinentinio šelfo ir išskirtinės ekonominės zonos Baltijos jūroje teritorijų planavimą ir nustato šiame procese dalyvaujančių asmenų teises ir pareigas. Šio įstatymo tikslas – užtikrinti darnią teritorijų plėtrą ir racionalią urbanizaciją, nustatant teritorijų planavimo proceso sprendinių sistemiškumą, skirtingo lygmens dokumentų suderinamumą ir tarpusavio poveikio reikalavimus, sudaryti sąlygas gamtinės ir antropogeninės aplinkos darnai, urbanistinei kokybei, išsaugant vertingą kraštovaizdį, biologinę įvairovę, gamtos ir kultūros paveldo vertybes. Šio įstatymo 3 straipsnio 1 dalyje yra apibrėžti teritorijų planavimo tikslai:

1. Sudaryti sąlygas darniai valstybės teritorijos raidai, nuosekliai erdvinės ir funkcinės integracijos politikai įgyvendinti, teritorijų sanglaudai, kompleksiskai spręsti socialinius, ekonominius, ekologinius uždavinius.
2. Nustatyti gyvenamųjų vietovių, inžinerinės ir socialinės infrastruktūros, kitų valstybei svarbių socialinės ekonominės veiklos sričių vystymo ir įgyvendinimo gaires, numatyti plėtrai reikalingas teritorijas.
3. Sudaryti sąlygas racionaliam šalies gamtinių, žemės gelmių ir energijos išteklių naudojimui ir atkūrimui.
4. Numatyti šalies gamtinio ir kultūrinio kraštovaizdžio savitumo, gamtos ir nekilnojamojo kultūros paveldo išsaugojimą, tikslingą naudojimą ir pažinimą, ekologiškai pusiausvyrai būtino gamtinio karkaso formavimą.
5. Kurti sveiką, saugią, darnią gyvenamąją aplinką ir visavertes gyvenimo sąlygas gyvenamosiose vietovėse.
6. Sudaryti sąlygas privačioms investicijoms, kuriančioms socialinę ir ekonominę gerovę, tinkamos kokybės gyvenimo sąlygas.
7. Derinti fizinių ir juridinių asmenų ar jų grupių, savivaldybių ir valstybės interesus dėl teritorijos naudojimo ir veiklos plėtojimo teritorijoje sąlygų.
8. Sudaryti sąlygas racionaliam žemės naudojimui ir žemės ūkio veiklai skatinti.

Įstatymo 4 straipsnio 1 dalyje yra apibrėžti trys teritorijų planavimo lygmenys:

- valstybės – planuojama visa valstybės teritorija ar jos dalys (rengiamos visos valstybės teritorijos, prireikus valstybės teritorijos dalių, išsiskiriančių administraciniu (regionai, apskritys) ar funkciniu bendrumu, bendrieji planai ir specialiojo teritorijų planavimo dokumentai masteliu M1:100000 – M1:400000);
- savivaldybės – planuojamos teritorijos, išsiskiriančios administraciniu (savivaldybės) ar funkciniu bendrumu (rengiami bendrieji planai ir specialiojo teritorijų planavimo dokumentai masteliu M1:20000 – M1:50000);
- vietovės – planuojamos savivaldybės teritorijos dalys: miestai (ar jų dalys), miesteliai (ar jų dalys), kaimai ir viensėdžiai (rengiami atskirų urbanizuotų ar urbanizuojamų teritorijų bendrieji planai (masteliu M1:2000 – M1:10000), detalieji planai (masteliu M1:500 – M1:1000) ir specialiojo teritorijų planavimo dokumentai (masteliu M1:500 – M1:10000)).

Teritorijų planavimo dokumentai yra skirstomi į dvi rūšis: kompleksinio ir specialiojo teritorijų planavimo dokumentai. Kompleksinio teritorijų planavimo dokumentams priskiriami:

- valstybės teritorijos bendrasis planas ir valstybės teritorijos dalių bendrieji planai (rengiami valstybės lygmeniu);
- savivaldybių (rengiami savivaldybės lygmeniu) ar jų dalių (rengiami vietovės lygmeniu) bendrieji planai;
- detalieji planai (rengiami vietovės lygmeniu).

Teritorijų vystymo kryptis nustato valstybės teritorijos bendrasis planas ir valstybės teritorijos dalies bendrasis planas. Šie dokumentai nėra detalūs, jie nustato tik bendras vystymo gaires, plėtros perspektyvas.

Rengiant miestų savivaldybių bendruosius planus, nustatomi leistini užstatymo intensyvumo ir užstatymo aukščio privalomieji reikalavimai. Jeigu miestų, jų dalių ir miestelių, jų dalių, kaimų ir viensėdžių teritorijų bendrieji planai rengiami masteliu M1:2000, planavimo darbų programoje turi būti numatyta, kad juose nustatomi visi detaliųjų planų teritorijos naudojimo reglamentai.

Detaliuosiuose planuose detalizuojant savivaldybės lygmens bendrąjį planą ir (ar) vietovės lygmens bendrąjį planą, jeigu jis parengtas, nustatomas fiziniams ir juridiniams asmenims ar kitoms organizacijoms privalomas teritorijos naudojimo reglamentas:

- a) teritorijos naudojimo tipas, atitinkantis vietovės lygmens bendrąjį planą, jeigu jis parengtas, arba konkreti pagrindinė žemės naudojimo paskirtis, konkretūs žemės naudojimo būdai;

- b) leistinas pastatų aukštis;
- c) leistinas žemės sklypų užstatymo tankis;
- d) leistinas žemės sklypų užstatymo intensyvumas ar užstatymo tūrio tankis (pramonės ir sandėliavimo objektų ir (ar) inžinerinės infrastruktūros teritorijose);
- e) galimi užstatymo tipai, atitinkantys vietovės lygmens bendrąjį planą, jeigu jis parengtas, statinių statybos zona, riba ir linija;
- f) inžinerinei ir socialinei infrastruktūrai reikalingų teritorijų ir (ar) inžinerinių komunikacijų koridorių ribos;
- g) galimos žemės sklypų ribos ir (ar) žemės sklypų formavimo ir pertvarkymo principai (mažiausi ir (ar) didžiausi galimi žemės sklypų dydžiai);
- h) atskirųjų želdynų plotai, priklausomųjų želdynų ir želdinių teritorijų dalys procentais.

Apibendrinant, savivaldybės lygmens bendrieji planai, vietovės lygmens bendrieji planai ir detalieji planai yra detalūs teritorijų planavimo dokumentai. Visuose juose pagal situaciją gali būti nustatomi privalomieji konkrečių teritorijų naudojimo reglamentai.

Reikalavimai pastatams priklauso nuo žemės ir pastato naudojimo paskirties. Disertacijoje nagrinėjamos tik urbanizuotos ar numatytos urbanizuoti teritorijos, todėl toliau apžvelgiama tik šių teritorijų žemės ir pastato naudojimo paskirties samprata.

2.2.1. Žemės naudojimo paskirtis ir būdai

LR Teritorijų planavimo įstatyme (2014) teritorijos naudojimo tipas apibrėžiamas kaip teritorijų planavimo dokumentuose nurodoma planuojamos teritorijos kategorija, apimanti pagrindinę žemės naudojimo paskirtį, galimus žemės naudojimo būdus ir galimas vyraujančias statinių ar jų grupių paskirtis. LR Žemės įstatyme (2004) numatyta, kad pagal pagrindinę tikslinę žemės naudojimo paskirtį Lietuvos Respublikos žemės fondas skirstomas į:

- a) žemės ūkio paskirties žemę;
- b) miškų ūkio paskirties žemę;
- c) vandens ūkio paskirties žemę;
- d) konservacinės paskirties žemę;
- e) kitos paskirties žemę.

Žemės sklypų skirstymas pagal teritorijų planavimo dokumentuose nustatytą naudojimo būdą parodytas A priede pateiktoje lentelėje. Vienam žemės sklypui gali būti nustatyti du ar daugiau konkrečių žemės naudojimo būdų, jeigu tai numatyta teritorijų planavimo dokumente ar žemės valdos projekte. Remiantis Teritorijų planavimo normomis (2014) visos teritorijos skirstomos į dvi pagrindines grupes:

- neurbanizuojamos teritorijos;
- urbanizuotos ir urbanizuojamos teritorijos.

Disertacijoje nagrinėjamos tik urbanizuotos ir urbanizuojamos teritorijos, todėl toliau plačiau aptariami tik šių teritorijų naudojimo tipai. Urbanizuotos ir urbanizuojamos teritorijos naudojimo tipai yra:

- a) sodininkų bendrijų teritorija (žemės ūkio paskirties žemė). Teritorijos, skirtos mėgėjų sodininkystei. Veiklą jose reglamentuoja Sodininkų bendrijų įstatymas;
- b) vienbučių ir dvibučių pastatų gyvenamoji teritorija (kitos paskirties žemė). Ekstensyviai užstatyta teritorija, skirta vieno ir dviejų butų gyvenamosios paskirties pastatų kvartalams su šios teritorijos gyventojų aptarnavimui reikalinga paslaugų, socialine, inžinerine ir kita infrastruktūra, rekreacijai skirtais atskiraisiais želdynais;
- c) gyvenamoji teritorija (kitos paskirties žemė). Teritorija, skirta visų tipų gyvenamosios paskirties pastatų kvartalams su šios teritorijos gyventojų aptarnavimui reikalinga paslaugų, socialine, inžinerine ir kita infrastruktūra, rekreacijai skirtais atskiraisiais želdynais;
- d) mišri gyvenamoji teritorija (kitos paskirties žemė). Teritorija, skirta visų tipų gyvenamosios paskirties pastatams ir prekybos, paslaugų, maitinimo, viešbučių, kultūros, mokslo, sporto ir administracinės paskirties pastatams, kuriuose vykdoma ūkinė veikla nesukelia neigiamo poveikio gyvenamajai aplinkai, taip pat rekreacijai skirtais atskiraisiais želdynais ir viešosiomis erdvėmis;
- e) mišri centro teritorija (kitos paskirties žemė). Didelio užstatymo tankio ir intensyvumo teritorija, kurioje koncentruojami centrinės funkcijos vykdyti reikalingi administracinės, kultūros, mokslo paskirties pastatai kartu su gyvenamąja aplinka, taip pat kiti negyvenamosios (prekybos, paslaugų, maitinimo) paskirties pastatai, kuriuose vykdoma ūkinė veikla nesukelia neigiamo poveikio aplinkai, ir bendram naudojimui skirtos viešosios erdvės;

- f) paslaugų teritorija (kitos paskirties žemė). Teritorija, skirta viso miesto ar jo rajono gyventojų aptarnavimui reikalingiems prekybos, paslaugų objektams, administracinės paskirties pastatams, kitiems negyvenamosios paskirties pastatams, kuriuose vykdoma ūkinė veikla nesusijusi su taršia gamyba;
- g) socialinės infrastruktūros teritorija (kitos paskirties žemė). Teritorija, skirta bendruomenės poreikiams reikalingiems kultūros, švietimo, visuomenės sveikatos saugos, sporto ir sveikatingumo, rekreacijos ir turizmo, religinės paskirties ir kitiems viešojo naudojimo objektams;
- h) specializuotų kompleksų teritorija (kitos paskirties žemė). Teritorija, skirta ligoninių, sanatorijų, aukštųjų mokyklų, krašto apsaugos, visuomenės saugos kompleksams ir kitiems specializuotiems kompleksams, nurodant jų tikslinę paskirtį;
- i) pramonės ir sandėliavimo teritorija (kitos paskirties žemė). Teritorija, skirta gamybai, sandėliavimui, logistikai, atliekų perdirbimui;
- j) inžinerinės infrastruktūros teritorija (kitos paskirties žemė). Teritorija, skirta susisiekimo ir inžinerinių komunikacijų aptarnavimo objektams, komunalinėms įmonėms;
- k) inžinerinės infrastruktūros koridorius (kitos paskirties žemė). Linijinė neužstatyta teritorija skirta susisiekimo komunikacijoms ir inžineriniams tinklams;
- l) bendro naudojimo erdvių, želdynų teritorija (kitos paskirties žemė). Gamtinių kraštovaizdžio struktūros elementų dominuojamos urbanizuotų teritorijų neužstatytos viešosios erdvės – skverai, parkai ir kitos gamtinės teritorijos skirtos rekreacijai, lankymui ir pažinimui, gyvenamosiose vietovėse esančių gamtinio karkaso elementų apsaugai, taip pat kapinės, botanikos ir zoologijos sodai;
- m) aikštė (kitos paskirties žemė). Neužstatyta ir neapželdinta medžiais (atvira) viešoji erdvė – urbanistinės struktūros funkcinis ir erdvinis centras;
- n) vandenvietė (kitos paskirties žemė). Griežto režimo vandenviečių apsaugos juostos neužstatyta teritorija;
- o) naudingųjų iškasenų teritorija (kitos paskirties žemė). Neužstatyta teritorija, skirta naudingosioms iškasenoms eksploatuoti (Teritorijų planavimo normos 2014).

Urbanizuotos ir urbanizuojamos teritorijos vystomos pagal teritorijų plėtros kryptis, kurias apibūdina šie teritorijų vystymo režimai:

1. Saugojimas. Saugojimas nustatomas įvairių statusą turinčioms saugomoms teritorijoms ir teritorijoms, kurių vertingąsias savybes būtina išsaugoti jų nekeičiant. Šiose teritorijose numatoma statyba gali būti vykdoma teisės aktų nustatyta tvarka atliekant tvarkybos darbus: konservavimą, restauravimą, atkūrimą ar pritaikymą.
2. Modernizavimas. Modernizavimas – urbanizuotų teritorijų fizinės ir (ar) funkcinės struktūros atnaujinimas, kai plėtra vykdoma išnaudojant vidinius teritorijos resursus iš esmės nekeičiant šios teritorijos naudojimo funkcinės struktūros ir fizinių parametrų.
3. Konversija (pertvarkymas). Konversija (pertvarkymas) – neefektyviai naudojamų užstatytų teritorijų (miestų centruose ir jų prieigose esančios taršios ar neefektyvios pramonės) naujas (antrinis) panaudojimas plėtrai.
4. Nauja plėtra. Neužstatytų teritorijų urbanizavimas.
5. Rezervavimas. Rezervavimas nustatomas teritorijoms, kurios reikalingos visuomenės poreikiams.
6. Be esminių pokyčių (status quo). Be esminių pokyčių (status quo) teritorijos, kuriose paliekama esama padėtis. Esminiai pokyčiai teritorijų funkcinėje ir fizinėje struktūroje nenumatomi.
7. Kiti. Jeigu specifinės urbanizuotos teritorijos plėtros krypties negalima apibūdinti 1–6 punktuose nurodytais teritorijų vystymo režimais (Teritorijų planavimo normos 2014).

Taip pat paminėtina ir žemės konsolidacija, t. y. žemėtvarkos dalis, kai kompleksškai pertvarkomos tam tikroje kaimo gyvenamosios vietovės teritorijoje esančių žemės sklypų ribos, šiuos žemės sklypus sujungiant taip, kad būtų suformuotos racionaliai tvarkomos žemės ūkio valdos, pagerinta jų struktūra, sukurta reikiama kaimo infrastruktūra ir įgyvendinti kiti žemės ūkio, kaimo plėtros ir aplinkos apsaugos politikos tikslai ir uždaviniai (LR Žemės įstatymas 2004).

Disertacijoje nagrinėjamos tik urbanizuotos ar numatytos urbanizuoti užstatomos teritorijos. Visų Teritorijų planavimo įstatyme numatytų teritorijos naudojimo tipų turinys (pagrindinė žemės naudojimo paskirtis, galimi žemės naudojimo būdai ir galimos vyraujančios statinių ar jų grupių paskirtys) nurodytas B priede pateiktoje lentelėje.

2.2.2. Pastato paskirtis

Statinių klasifikavimo pagal paskirtį pagrindines grupes (pogrupius) ir požymius, kuriais vadovaujantis nustatoma statinių naudojimo paskirtis ir statiniai priskiriami šioms grupėms (pogrupiams) nustato statybos techninis reglamentas

STR 1.01.09:2003 „Statinių klasifikavimas pagal jų naudojimo paskirtį“ (2003). Pastatas yra siauresnė sąvoka, negu statinys. Šioje disertacijoje nagrinėjami tik pastatai. Pastatas – tai apdengtas stogu statinys, kurio didžiausią dalį sudaro patalpos (LR Statybos įstatymo (2002) 2 straipsnio 7 dalis). Paminėtame STR numatyta, kad pastatas priskiriamas vienai ar kitai paskirties grupei (pogrūpiui), jeigu jo visas bendrasis plotas arba didžiausioji jo dalis yra naudojama tai paskirčiai. Kai pastatą sudaro įvairių paskirčių patalpos, formuojamos kaip atskiri nekilnojamieji daiktai (maitinimo, sporto, mokslo ir t. t.), pastato naudojimo paskirtis nustatoma pagal didžiausio bendrojo ploto patalpos, kaip atskiro nekilnojamojo daikto, paskirtį. Šios įvairių paskirčių patalpos formuojamos kaip atskiri nekilnojamieji daiktai, turi atitikti normatyvinių statybos techninių, normatyvinių statinio saugos ir paskirties dokumentų ir kitų teisės aktų joms nustatytus reikalavimus.

Pastatą gali sudaryti: antžeminiai aukštai, pusrūsis (cokolinis aukštas), rūsys, pastogės patalpos (mansarda, mezoninas), atriumas, antresolė, galerija, priestatas, antstatas, uždara veranda, atvira veranda, terasa, erkeris, lodža, balkonas, tambūras, portikas. Pagal paskirtį pastatai yra skirstomi į dvi pagrindines grupes: gyvenamuosius pastatus ir negyvenamuosius pastatus. Minėtos pastatų grupės papildomai skirstomos į pogrupius (2.1 lentelė).

Gyvenamieji pastatai. Gyvenamosios paskirties (vieno buto) pastatai (namai) – skirti gyventi vienai šeimai. Šiam pastatų pogrupiui priskiriami atskiri vieno buto namai ar keli sublokuoti vieno buto namai, kurių kiekvienas butas turi atskirą stogą ir įėjimą iš lauko. Vieno buto namą gali sudaryti šie aukštai: rūsis, cokolinis (pusrūsis), antžeminiai bei mansardinis. Gyvenamosios paskirties (dviejų butų) pastatai (namai) – skirti gyventi dviem šeimoms. Šiam pastatų pogrupiui priskiriami atskiri namai ar keli sublokuoti namai, išskyrus vieno buto namus. Daugiabutis namas – trijų ir daugiau butų gyvenamasis namas. Patalpos daugiabučiame name gali būti remontuojamos, rekonstruojamos ir naudojamos prekybos, viešojo maitinimo, teisėsaugos, ryšių, medicinos, spaudos platinimo, buitinių paslaugų teikimo bei kitoms negamybinėms reikmėms, jeigu tai neprieštarauja teritorijų planavimo dokumentų reikalavimams. Keičiant gyvenamųjų patalpų paskirtį, jos turi būti rekonstruotos taip, kad būtų įrengtas atskiras įėjimas iš lauko ir kad šis rekonstravimas atitiktų gyvenamojo namo architektūros, higienos, priešgaisrinės saugos, aplinkos apsaugos ir statybos techninius reikalavimus. Gyvenamosios paskirties (įvairių socialinių grupių asmenims) pastatai (namai) – skirti gyventi įvairių socialinių grupių asmenims (bendrabučiai, vaikų namai, prieglaudos, globos namai, šeimos namai, vienuolynai ir pan.). Įvairių socialinių grupių asmenims gyventi skirti pastatai turi būti specialiai pritaikyti šiam tikslui (statybos, rekonstravimo ar remonto metu) ir atitikti šią sritį reglamentuojančių normatyvinių statybos techninių bei normatyvinių statinio saugos ir paskirties dokumentų keliamus jiems reikalavimus.

2.1 lentelė. Pastatų paskirtys (sudaryta autorės pagal STR 1.01.09:2003)

Table 2.1. Purposes of buildings (author created according to STR 1.01.09:2003)

Pastatų grupė	Pastatų pogrupis
Gyvenamieji pastatai	gyvenamosios paskirties (vieno buto) pastatai (namai)
	gyvenamosios paskirties (dviejų butų) pastatai (namai)
	gyvenamosios paskirties (trijų ir daugiau butų (daugiabučiai) pastatai (namai)
	gyvenamosios paskirties (įvairių socialinių grupių asmenims) pastatai (namai)
Negyvenamieji pastatai	viešbučių paskirties pastatai
	administracinės paskirties pastatai
	prekybos paskirties pastatai
	paslaugų paskirties pastatai
	maitinimo paskirties pastatai
	transporto paskirties pastatai
	garažų paskirties pastatai
	gamybos ir pramonės paskirties pastatai
	sandėliavimo paskirties pastatai
	kultūros paskirties pastatai
	mokslo paskirties pastatai
	gydymo paskirties pastatai
	poilsio paskirties pastatai
	sporto paskirties pastatai
	religinės paskirties pastatai
	specialiosios paskirties pastatai
	kitos (fermų) paskirties pastatai
	kitos (ūkio) paskirties pastatai, skirti žemės ūkiui tvarkyti
	kitos paskirties pastatai

Negyvenamieji pastatai. Viešbutis – apgyvendinimo paslaugas teikti skirtas (pritaikytas) pastatas (ar jų grupė) su specialiai suplanuotomis patalpomis – kambariais (numeriais) ir bendrojo naudojimo patalpomis, taip pat inžinerine įranga bei kita reikiama įranga apgyvendinimo paslaugoms teikti. Viešbutis turi turėti ne

mažiau kaip 10 vienviečių ir (ar) dviviečių kambarių (numerių). Motelis – viešbučio tipo pastatas (ar jų grupė), skirtas (pritaikytas) teikti apgyvendinimo paslaugas, turintis geras autotransporto privažiavimo sąlygas ir pritaikytas papildomai teikti transporto priemonių saugojimo bei aptarnavimo (autoserviso) paslaugas. Motelis turi turėti ne mažiau kaip 5 kambarius (numerius). Svečių namai – viešbučio tipo pastatas (ar jų grupė), skirtas (pritaikytas) teikti tik apgyvendinimo paslaugas ir patarnavimus, reikalingus turistams priimti. Svečių namai turi turėti ne mažiau kaip 5 kambarius (numerius).

Administracinės paskirties pastatai – pastatai (ar jų grupės) (bankai, paštas, valstybės ir savivaldybės įstaigos, ambasados, teismai, biurai, kontoros, kiti įstaigų ir organizacijų administraciniai pastatai), skirti administravimo veiklai, kuria užtikrinamas valstybės, vietos savivaldos ar įmonės konkrečios institucijos, įstaigos, tarnybos ar organizacijos savarankiškas funkcionavimas (struktūros tvarkymas, personalo valdymas, turimų materialinių-finansinių išteklių valdymas ir naudojimas, projektų rengimas, raštvedybos tvarkymas ir pan.), kad jos galėtų tinkamai vykdyti joms priskirtus administravimo ar kitos veiklos uždavinius.

Gamybiniame, prekybos ar kitos paskirties pastate gali būti įrengtos administracinės ar kitos paskirties patalpos, nekeičiant pastato pagrindinės paskirties.

Prekybos paskirties pastatai – skirti didmeninei ir mažmeninei prekybai (parduotuvės, parduo-tuvės-operatorinės, vaistinės, knygynai, prekybos paviljonai ir kiti pastatai), tarp jų ir laikini statiniai (palapinės, kioskai ir pan.). Paslaugų paskirties pastatai – skirti paslaugoms (iš jų buities) teikti: pirtys, grožio salonai, skalbyklos, taisyklos, remonto dirbtuvės, priėmimo-išdavimo punktai, autoservisai, plovyklos, laidojimo namai, krematoriumai ir kiti pastatai. Maitinimo paskirties pastatai – skirti žmonėms maitinti: valgyklos, restoranai, kavinės, barai ir kiti pastatai. Transporto paskirties pastatai – skirti transporto reikmėms – susiję su transportavimu (oro uosto, jūros ir upių laivyno, geležinkelio ir autobusų stočių pastatai, judėjimo postų, dispečerinių, iešmų postai, uosto terminalai, signalų perdavimo, švyturių, muitinių pastatai ir kiti pastatai). Garažų paskirties pastatai – pastatai, skirti transporto priemonėms laikyti ir (ar) remontuoti: automobilių, autobusų garažai, lokomotyvų vagonų ir troleibusų depai, orlaivių angarai, atviros ar uždaros požeminės, antžeminės automobilių saugyklos, elingai ir pan. Garažas, esantis namų valdoje, yra pagalbinio ūkio paskirties pastatas. Gamybos ir pramonės paskirties pastatai – gamybai skirti pastatai (gamyklos, dirbtuvės, produkcijos pramonės perdirbimo įmonės, energetikos pastatai, kalvės, skerdyklos, gamybinės laboratorijos, kūrybinės dirbtuvės ir pan.). Kūrybinės dirbtuvės, skirtos savo ar savo šeimos reikmėms ir (ar) kuriose vienu metu dirba ne daugiau kaip 5 žmonės ir nenaudojami potencialiai pavojingi įrenginiai, nepriskiriamos gamybos ir pramonės paskirties pastatų pogrupiui. Sandėliavimo paskirties pastatai – pastatai, kurių tiesioginė paskirtis – ką nors laikyti (sandėliuoti): saugyklos, bendro naudojimo sandėliai, specialūs sandėliai, kiti pastatai, naudojami produkcijai laikyti.

Kultūros paskirties pastatai – skirti kultūros reikmėms: viešųjų pramoginių renginių pastatai (teatrai, kino teatrai, kultūros namai, klubai), bibliotekos, muziejai, archyvai, parodų rūmai, planetariumai, radijo ir televizijos pastatai ir kiti pastatai. Mokslo paskirties pastatai – skirti švietimo ir mokslo reikmėms: institutai ir mokslinio tyrimo įstaigos, observatorijos, meteorologijos stotys, laboratorijos (išskyrus gamybinės laboratorijas), bendrojo lavinimo, profesinės ir aukštosios mokyklos, vaikų darželiai, lopšeliai ir kiti pastatai. Gydyimo paskirties pastatai – skirti gydymo reikmėms; juose teikiama medicinos pagalba sergantiems žmonėms ar gyvūnams, jie ten prižiūrimi (ligoninės, klinikos, poliklinikos, sanatorijos, reabilitacijos centrai, specialiųjų įstaigų sveikatos apsaugos pastatai, gydyklų pastatai, medicininės priežiūros įstaigų slaugos namai, veterinarijos gydyklų pastatai ir kiti). Poilsio paskirties pastatai – skirti žmonių visaverčiam fiziniam bei dvasiniam poilsiui. Šiam pastatų pogrupiui priskiriami:

- turizmo centrai – apgyvendinimui bei poilsiui pritaikyti (skirti) statiniai, kuriuose turistai apgyvendinami atskiruose nameliuose ar kambariuose, o maitinimo, higienos ir kitos paslaugos teikiamos centralizuotai paslaugų komplekse;
- poilsio namai – pastatas ar pastatai, kuriuose kambariai (ar nameliai) yra pritaikyti trumpalaikiam apgyvendinimui ir poilsiui organizuoti šeimoms ar pavieniams asmenims;
- jaunimo nakvynės namai – apgyvendinimui pritaikyti pastatai, kuriuose sudarytos sąlygos tenkinti nakvynės ir higienos poreikius;
- kempingų pastatai – apgyvendinimo paslaugoms teikti skirti mobilūs (laikini) ar stacionarūs pastatai (nameliai), esantys apgyvendinimo paslaugoms teikti suplanuotoje aikštelėmis ir įrengtoje teritorijoje (kempinge), kurioje turistai apgyvendinami palapinėse, mobiliuose (laikiniuose) ar stacionariuose nameliuose, ir yra sudarytos sąlygos transporto priemonėms parkuoti;
- kaimo turizmo pastatai – tai turistams apgyvendinti pritaikyta sodyba ar atskiri pastatai (atitinkantys kaimo turizmo paslaugos teikimo sąlygas), esantys kaimo gyvenamojoje vietovėje ar mieste, kuriame gyvena ne daugiau kaip 3000 gyventojų, ūkininko sodyboje, kuriuose apgyvendinimui skirtų kambarių (numerių) yra ne daugiau kaip 20;
- medžioklės nameliai – trumpalaikiam apgyvendinimui pritaikyti pastatai, skirti medžiotojų apgyvendinimo bei kitiems poreikiams tenkinti;
- kiti pastatai, atitinkantys poilsio (rekreacinių) pastatų apibrėžimą ir nepriskirti kitoms pastatų grupėms (pogrupiams).

Sporto paskirties pastatai – skirti sportuoti: sporto salių, teniso kortų, baseinų, čiuožyklių, jachtklubų, šaudyklių, stadionų, maniežių ir kiti pastatai. Religinės paskirties pastatai – skirti religiniams tikslams: bažnyčios, cerkvės, koplyčios, sinagogos, maldos namai, katedros ir kiti pastatai. Specialiosios paskirties pastatai –

skirti specialiesiems tikslams (karinių vienetų pastatai, kalėjimai, pataisos darbų kolonijos, tardymo izoliatoriai, policijos, priešgaisrinių ir gelbėjimo tarnybų pastatai, slėptuvės, pasienio kontrolės punktai ir kiti pastatai). Pagalbinio ūkio paskirties pastatai – tai namų ūkio pastatai, esantys privačiame namų valdos žemės sklype, ūkininko sodybos žemės ūkio paskirties žemės sklype, sodo sklype ir skirti pagelbėti name gyvenantiems žmonėms tenkinti jų būtiniausias nuolatines reikmes:

- sandėlis;
- garažas – pastatas, skirtas automobiliams, traktoriams, motociklams ir jų priekaboms laikyti;
- dirbtuvės – pastatas, skirtas daiktams gaminti ir taisyti. Dirbtuvės priskiriamos namų ūkio pastatams, jei jos skirtos savo ar savo šeimos reikmėms ir (ar) kuriose vienu metu dirba ne daugiau kaip 5 žmonės ir nenaudojami potencialiai pavojingi įrenginiai;
- pirtis (sauna) – pastatas arba patalpa su pagalbinėmis patalpomis ar be jų, skirta higienos poreikiams tenkinti. Pirtyje (saunoje), be kaitinimosi patalpos (garinės), gali būti įrengta persirengimo patalpa, dušinė ar prausykla, prieangis (tambūras), kieto kuro sandėlis (malkinė), baseinas;
- kieto kuro sandėlis (malkinė) – statinys (pastatas) ar patalpa, skirta kieto kuro (malkų, anglies, durpių) laikymui (sandėliavimui). Kieto kuro sandėlis (malkinė) yra gyvenamojo namo, pagalbinio ūkio paskirties pastato ar kitos paskirties pastato priklausinys;
- vasaros virtuvė – vieno aukšto pastatas, skirtas maistui gaminti, kurio užstatytas plotas – ne didesnis kaip 25 m². Vasaros virtuvėje gali būti įrengta maisto gaminimo patalpa, valgomasis ir maisto produktų sandėlis;
- tvartas;
- šiltnamiai – dengtas daržas augalams auginti;
- daržinė – pastatas pašarui, javams ir kt. laikyti;
- lauko tualetas – išvietė su išgriebimo duobe bet kurios paskirties žemės sklype. Lauko tualetas yra gyvenamojo namo ar kitos paskirties pastato priklausinys ir gali būti pastatytas kaip atskiras pastatas;
- pavėsinė (altana) – nedidelis lengvų konstrukcijų dekoratyvinis pastatas ar inžinerinis statinys (priklausomai nuo konstrukcijos) su ištisomis ar ažūrinėmis sienomis per visą ar dalį jų aukščio;
- kiti pastatai, skirti pagalbinio ūkio reikmėms.

Kitos (fermų) paskirties pastatai. Fermų paskirtis gali būti tikslinama, atsižvelgiant į juose laikomus gyvulius, žvėris ir paukščius (kiaulidės, karvidės, arklidės, veršidės, paukštidės ir pan.). Kitos (ūkio) paskirties pastatai, skirti žemės ūkiui tvarkyti: daržinė, svirnas (pastatas, skirtas grūdams laikyti), garažas, kiti pastatai, skirti žemės ūkio reikmėms. Kitos (šiltnamių) paskirties pastatai: šiltnamiai, žiemos sodas (oranžerija) – šiltnamiais auginti pietų kraštų augalams ar gėlėms, daržovėms, kiti pastatai, skirti augalams auginti. Kitos (sodų) paskirties pastatai – pastatai, esantys sodininkų bendrijose (sodo namai ir kiti statiniai). Kitos paskirties pastatai – kitos paskirties pastatai (lošimų namų pastatai ir pan.), kurių negalima priskirti prie jokių kitų išvardytų pastatų grupių (pograpių).

2.3. Statybos proceso reglamentavimas Lietuvoje ir sklypo užstatymo erdvinis planavimas

Lietuvoje statybos procesą reglamentuoja labai daug įstatymų ir poįstatyminių teisės aktų. Statybos įstatymo 8 straipsnyje yra apibrėžta normatyvinių statybos techninių dokumentų sistema. Statybos įstatymo 8 straipsnio 1 dalyje nurodyta, kad normatyviniai statybos techniniai dokumentai yra (Statybos techninis reglamentas STR 1.01.05:2002... 2002, 2.3 pav.):

- statybos techniniai reglamentai – Vyriausybės įgaliotos institucijos teisės aktai (branduolinės energetikos objektams – šios institucijos ir Valstybinės atominės energetikos saugos inspekcijos teisės aktai), kurie nustato statinių, jų statybos, naudojimo ir priežiūros techninius reikalavimus tiesiogiai arba nuorodomis į standartus arba statybos ar statinių naudojimo ir techninės priežiūros taisykles;
- statybos taisyklės, statinių naudojimo ir techninės priežiūros taisyklės – ministerijų, Vyriausybės įstaigų, kitų valstybės institucijų ar juridinių asmenų dokumentai, kurie nurodo statybos techninių reglamentų įgyvendinimo būdus ir metodus;
- pripažintos nacionalinės standartizacijos institucijos nustatyta tvarka parengti ir priimti statybos srityje taikomi Lietuvos standartai, taip pat kaip Lietuvos standartai perimti Europos ir tarptautiniai standartai;
- techniniai įvertinimai – Reglamente (ES) Nr. 305/2011 (Europos parlamento ir tarybos... 2011) nustatytais atvejais ir tvarka parengti ir išduoti Europos techniniai įvertinimai arba Aplinkos ministerijos nustatyta tvarka parengti ir išduoti nacionaliniai techniniai įvertinimai. Pastarieji rengiami, kai nėra parengtų atitinkamų Lietuvos ar tarptautinių, Europos standartų, neplanuojama šių standartų rengti, taip pat kai juose numatytas vertinimo metodas yra netinkamas bent vienos

esminės statybos produkto charakteristikos atžvilgiu arba kai atitinkamame standarte nenumatomas vertinimo metodas bent vienos esminės statybos produkto charakteristikos atžvilgiu;

- metodiniai nurodymai, rekomendacijos – projektavimo ir statybos įmonių, valstybės, mokslo, studijų ir kitų institucijų paskelbti savanoriškai taikomi dokumentai, kurie nurodo būdus ir metodus, kaip įgyvendinti statybos techninius reglamentus;
- Reglamente (ES) Nr. 305/2011 (Europos parlamento ir tarybos... 2011) nustatytus esminius statinių reikalavimus (vieną, kelis ar visus) išsamiai apibrėžiantys ir statinio techninius parametrus pagal statinių ar statybos produktų charakteristikų lygius ir klases nustatantys pagal Vyriausybės nustatytą kompetenciją Vyriausybės įgaliotų institucijų teisės aktai.

Statybos techniniai reglamentai ir Vyriausybės įgaliotų institucijų teisės aktai yra privalomi visiems statybos dalyviams, taip pat viešojo administravimo subjektams, inžinerinių tinklų ir susisiekimo komunikacijų savininkams (naudotojams), juridiniams ir fiziniams asmenims, kitoms organizacijoms, kurių veiklą reglamentuoja Statybos įstatymas.

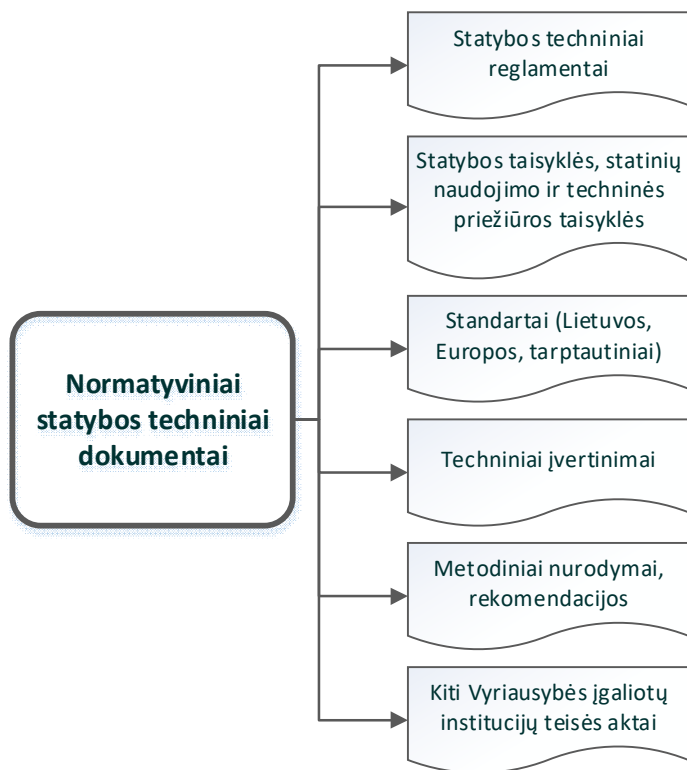
Statybos taisyklės, statinių naudojimo ir techninės priežiūros taisyklės, Lietuvos standartai ir techniniai įvertinimai taikomi savanoriškai, išskyrus atvejus, kai statybos techniniuose reglamentuose ar kituose teisės aktuose nurodoma, kad minėtas taisyklės, standartus, įvertinimus taikyti privaloma. Statybos taisyklės, Lietuvos standartai, techniniai įvertinimai, į kuriuos pateikiamos nuorodos projektavimo ar rangos sutartyse, privalomi sutartį sudariusioms šalims.

Statybų procesą Lietuvoje tiesiogiai reglamentuoja du ES reglamentai:

1. 2008 m. liepos 9 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (EB) Nr. 765/2008, nustatantis su gaminių prekyba susijusius akreditavimo ir rinkos priežiūros reikalavimus ir panaikinantys Reglamentą (EEB) Nr. 339/93 (OL 2008 L 218, p. 30).
2. 2011 m. kovo 9 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (ES) Nr. 305/2011, kuriuo nustatomos suderintos statybos produktų rinkodaros sąlygos ir panaikinama Tarybos direktyva 89/106/EEB (OL 2011 L 88, p. 5).

LR Civilinis kodeksas (2000) reglamentuoja sutartinius santykius statinio gyvavimo ciklo etapuose. Teritorijų planavimą, žemės tvarkymą (sklypo formavimą) reglamentuoja Teritorijų planavimo įstatymas (2014) ir Žemės įstatymas (2004). Statinių projektavimą ir statybą reglamentuoja Statybos įstatymas (2002).

Papildomai šiuos procesus įtakojantys pagrindiniai įstatymai yra LR Aplinkos apsaugos įstatymas (1992), LR Geriamojo vandens ir nuotekų tvarkymo įstatymas (2014), LR Kelių įstatymas (2002), LR Miškų įstatymas (2001), LR Nekilnojamojo kultūros paveldo apsaugos įstatymas (2005), LR Nekilnojamojo turto kadastro įstatymas (2000), LR Saugomų teritorijų įstatymas (2001), LR Šilumos ūkio įstatymas (2008), LR Želdynų įstatymas (2007), kiti įstatymai detaliai parodyti 2.4, 2.5 paveiksluose, poįstatyminiai (įstatymų įgyvendinamieji) teisės aktai – C priede.



2.3 pav. Normatyviniai statybos techniniai dokumentai Lietuvoje (sudaryta autorės)
Fig. 2.3. Regulatory technical construction documents in Lithuania (author created)

Aplinkos ministerija tvirtina privalomuosius normatyvinius statybos techninius dokumentus – statybos techninius reglamentus. Statybos techninių reglamentų reikalavimai yra privalomi visiems statybos dalyviams, viešojo administravimo subjektams, inžinerinių tinklų ir susisiekimo komunikacijų savininkams

(naudotojams), juridiniams ir fiziniams asmenims, kurių veiklą reguliuoja Statybos įstatymas (STR 1.01.05:2002). Visų statybos procesą reglamentuojančių statybos techninių reglamentų suvestinė parodyta D priede pateiktoje lentelėje.

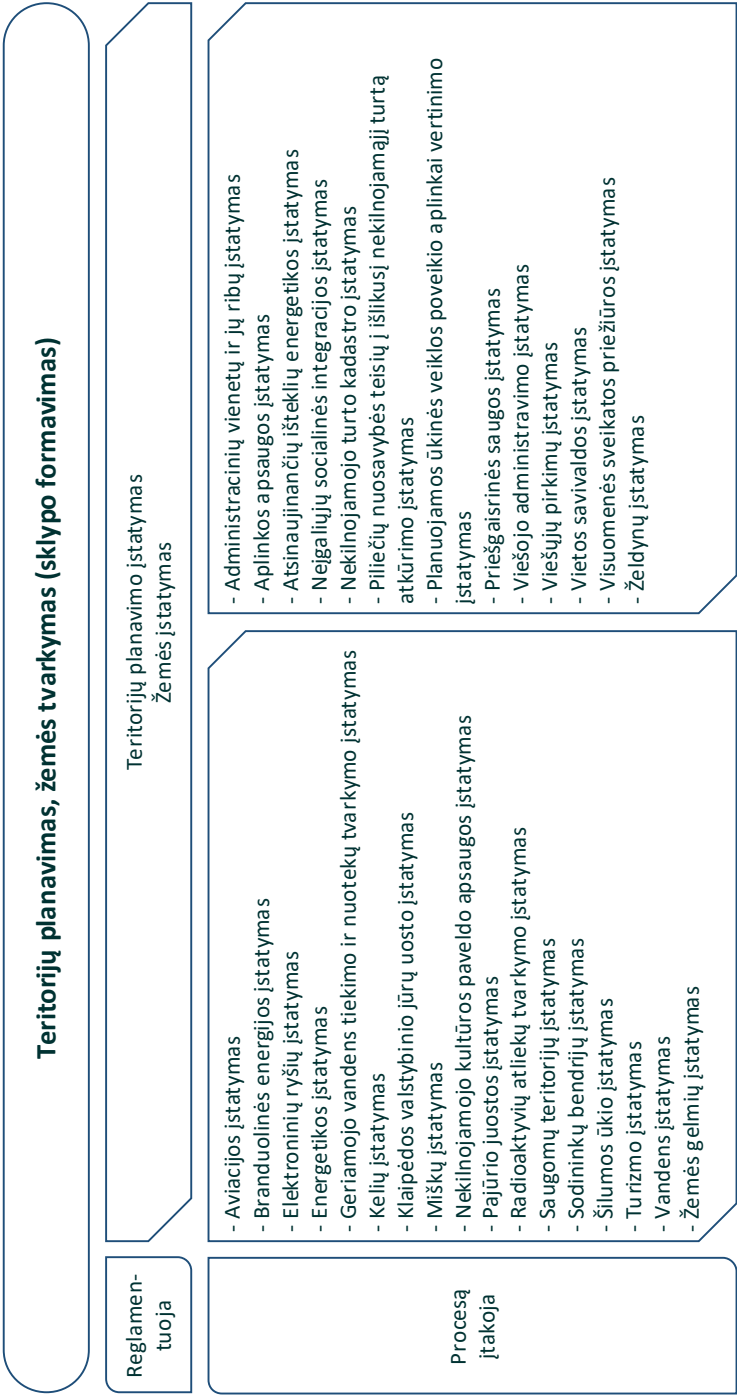
Be statybos techninių reglamentų Aplinkos ministerija taip pat rengia ir tvirtina kitus normatyvinius statybos techninius dokumentus, kurie nustato reikalavimus sklypui (2.6 pav.):

1. Teritorijų planavimo normos (2014).
2. Žemės naudojimo būdų turinio aprašas (2013).
3. Paviršinių vandens telkinių apsaugos zonų ir pakrančių apsaugos juostų nustatymo tvarkos aprašas (2007).
4. Priklausomųjų želdynų normų (plotų) nustatymo tvarkos aprašas (2014).
5. Medžių ir krūmų veisimo, vejų ir gėlynų įrengimo taisyklės (2007).
6. Gaisrinės saugos normos teritorijų planavimo dokumentams rengti (2014).

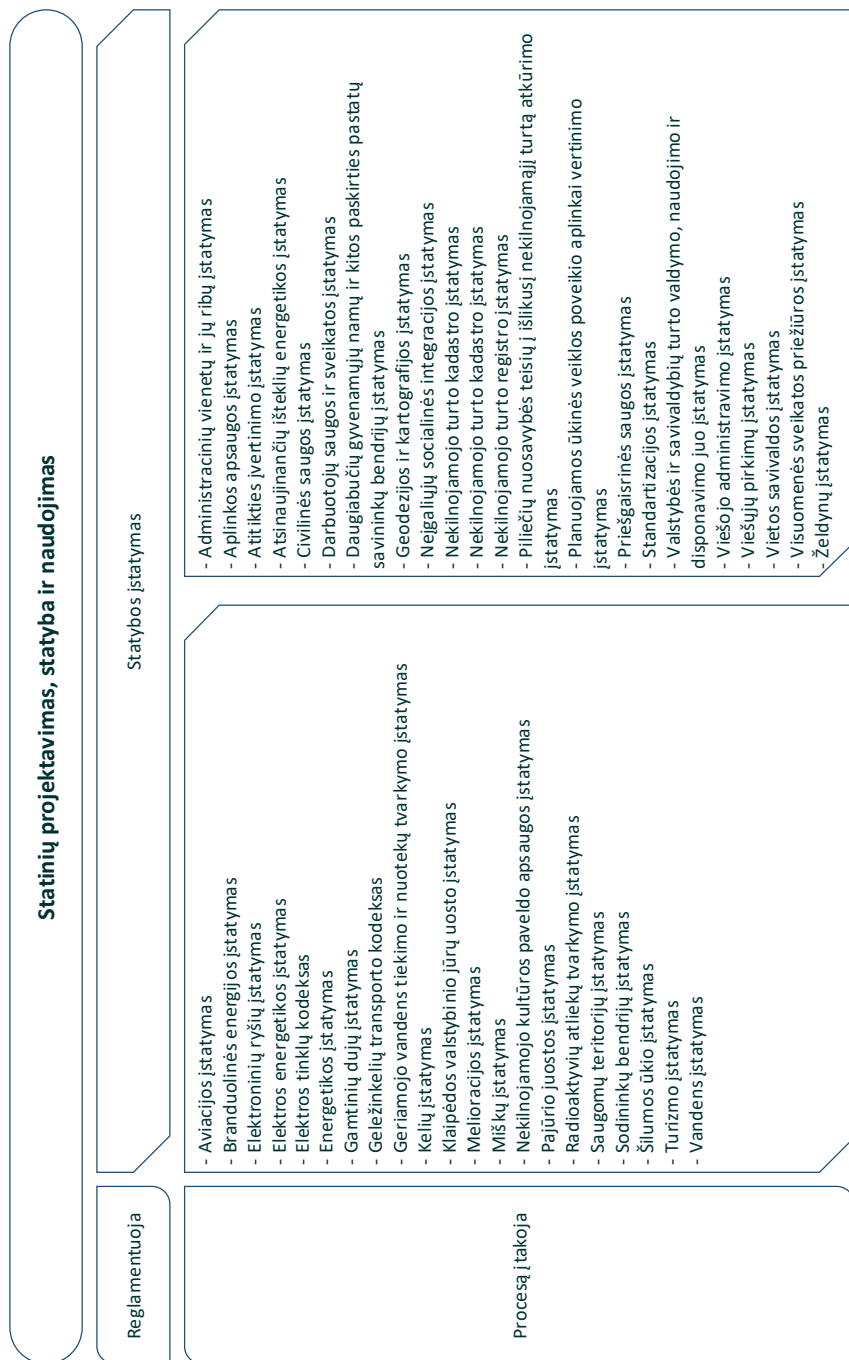
Privalomuosius normatyvinius statybos techninius dokumentus, kurie nustato reikalavimus sklypui, pastato tūriniams bei išorės atitvarų sprendiniams, rengia ne tik Aplinkos ministerija, tačiau ir Vyriausybė bei kitos Vyriausybės įgaliotos institucijos (2.6 pav.):

1. Vyriausybė: Specialiosios žemės ir miško naudojimo sąlygos ir kt.
2. Sveikatos apsaugos ministerija: *higienos normos, Sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklės* (2004) ir kt.
3. Žemės ūkio ministerija: *Žemės naudojimo būdų turinio aprašas* (2013), *Nekilnojamojo turto objektų kadastrinių matavimų ir kadastro duomenų surinkimo bei tikslinimo taisyklės* (2002) ir kt.
4. Energetikos ministerija: *Elektros linijų ir instaliacijos įrengimo taisyklės* (2011) ir kt.
5. Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamentas prie Vidaus reikalų ministerijos: *Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai* (2010), *Gyvenamųjų pastatų gaisrinės saugos taisyklės* (2011), *Visuomeninių statinių gaisrinės saugos taisyklės* (2011), *Gaisrinės saugos normos teritorijų planavimo dokumentams rengti* (2014) ir kt.

Šiuo metu egzistuojantis statinio gyvavimo ciklas įskaitant teritorijų planavimo dokumentų rengimą parodytas 2.7 paveikslo (a) dalyje, disertacijoje siūlomo sklypo užstatymo erdvinio planavimo vieta statinio gyvavimo cikle parodyta 2.7 paveikslo (b) dalyje.



2.4 pav. Statybos teisinė aplinka (įstatymai, reglamentuojantys teritorijų planavimą, žemės tvarkymą) (sudaryta autorės)
Fig. 2.4. Legal environment of construction (laws regulating spatial planning, land management) (author created)



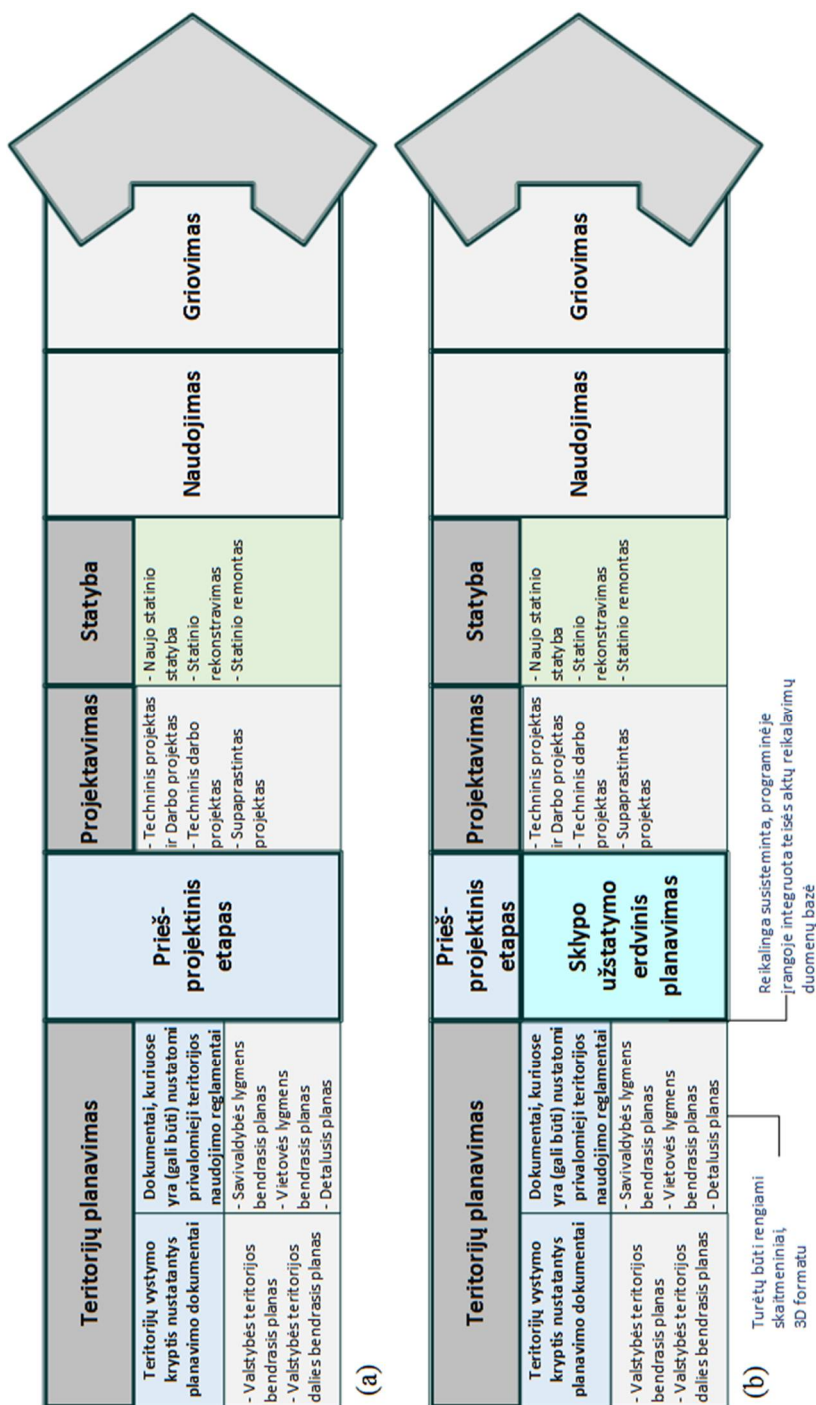
2.5 pav. Statybos teisinė aplinka (įstatymai, reglamentuojantys statinių projektavimą, statybą, naudojimą) (sudaryta autorės)
Fig. 2.5. Legal environment of construction (laws regulating building design, construction, use) (author created)

Apibendrinta disertacijoje siūlomo sklypo užstatymo erdvinio planavimo sąsajos su teritorijų planavimo dokumentais ir teisės aktų reikalavimais schema parodyta 2.8 paveiksle.



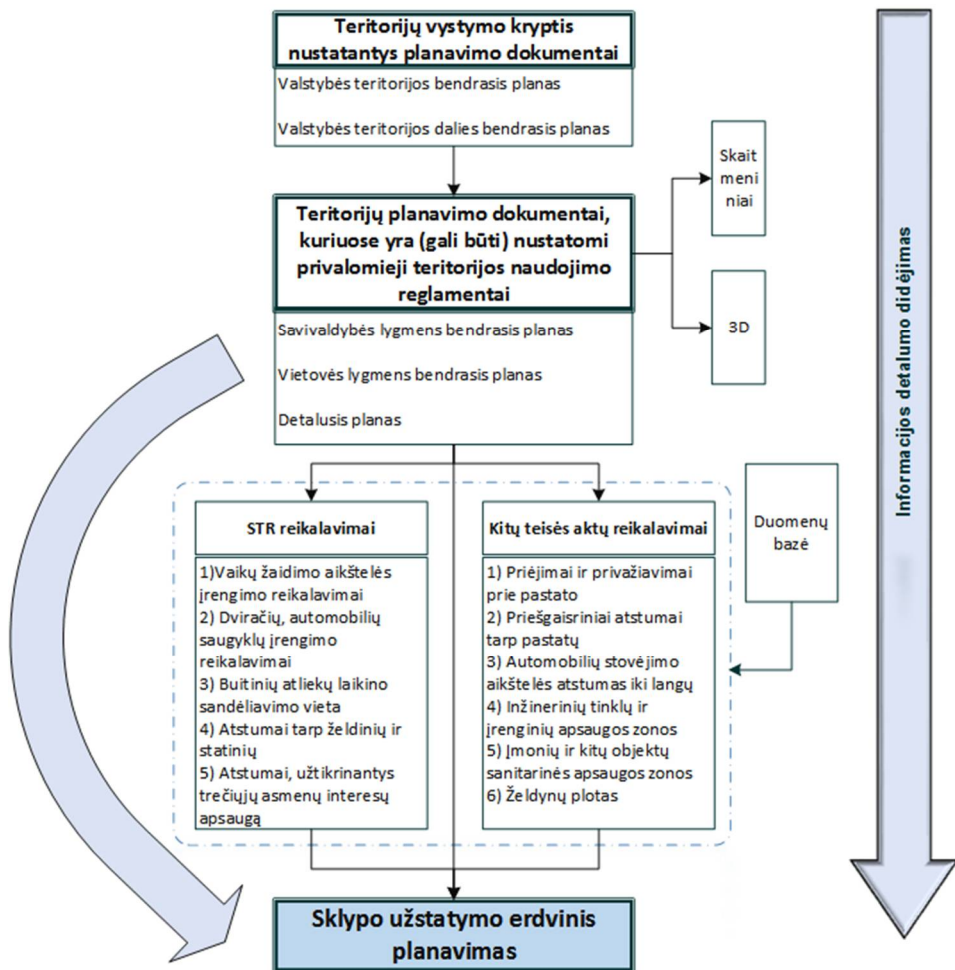
2.6 pav. Privalomieji normatyviniai statybos techniniai dokumentai (sudaryta autorės)

Fig. 2.6. Mandatory regulatory technical construction documents (author created)



2.7 pav. Statinio gyvavimo ciklas įskaitant teritorijų planavimo dokumentų rengimą: (a) šiuo metu egzistuojantis, (b) disertacijoje siūlomas (sudaryta autorės)

Fig. 2.7. Life-cycle of a building, including drawing up of spatial planning documents: (a) current, (b) proposed in the dissertation (author created)



2.8 pav. Sklypo užstatymo erdvinio planavimo sąsajos su teritorijų planavimo dokumentais ir teisės aktų reikalavimais schema (sudaryta autorės)

Fig. 2.8. Flowchart of links of site and building spatial planning with spatial planning documents and legal requirements (author created)

Statyba yra kompleksinė veiklos sritis, kurią pagal kompetenciją kuruoja daugelis valstybinių institucijų. Kiekviena iš institucijų rengia teisės aktus į jos veiklos sritį patenkančios statybos proceso dalies reglamentavimui. Siekiant tinkamai ir teisingai įgyvendinti statybos projektą, privalomųjų normatyvinių statybos techninių dokumentų reikalavimų būtina laikytis viso statinio gyvavimo proceso metu. Siekiant sėkmingai įgyvendinti statybos projektą (jį suplanuoti, suprojektuoti,

pastatyti ir naudoti) būtina atsižvelgti į teritorijų planavimo ir statybos reglamentavimo reikalavimų visumą.

Iš 2.8 paveiksle parodytos schemas matosi, kad siekiant vykdyti sklypo užstatymo erdvinį planavimą, teritorijų planavimo dokumentai, kuriuose yra (gali būti) nustatomi privalomieji teritorijos naudojimo reglamentai turėtų būti skaitmeniniai, parengti 3D formatu. Turint tokį planą ir atsižvelgiant į STR ir kitų privalomų teisės aktų reikalavimus, galima būtų sudaryti pastato ir sklypo erdvinį modelį.

Pastato ir sklypo planavimą atliekant sklypo užstatymo erdvinio planavimo būdu trimatėje erdvėje panaudojant BIM technologiją galima būtų žymiai supaprastinti ir palengvinti pastatų ir sklypų planavimą:

- visi privalomieji (teisės aktų ir teritorijų planavimo dokumentų) reikalavimai būtų vienoje sistemoje, reikėtų tik numatyti planuojamo pastato ir sklypo dalių charakteristikas;
- vizualiai būtų lengviau įsivaizduoti planuojamą pastatą ir jį supančią aplinką, priimamus sprendimus, iš karto matytųsi, kurie sprendimai geri, kurie – ne, kuriuos sprendimus galima įgyvendinti, kuriuos – reikia keisti;
- atlikus visišką atskirų reikalavimų sistemų ir privalomųjų dokumentų integraciją su sistema būtų lengva dirbti, tai nereikalautų specialių žinių, detalaus visų reikalavimų išmanymo.

2.4. Valstybės įstaigų skaitmeninimo priemonės Lietuvos statybų sektoriuje

Lietuvos valstybės informacinių išteklių infrastruktūra panaudojant ES struktūrinių fondų paramą pradėta vystyti maždaug prieš 15 metų. Šiuo metu egzistuojančios valstybės įstaigų skaitmeninimo priemonės Lietuvos statybų sektoriuje parodytos 2.9 paveiksle.

Lietuvos Respublikos teritorijų planavimo dokumentų rengimo ir teritorijų planavimo proceso valstybinės priežiūros informacinė sistema (toliau – TPDRIS) pradėjo veikti nuo 2015 m. spalio 5 d. Ši sistema leidžia teritorijų planavimo procesą vykdyti elektroniniu būdu nuo sprendimo priėmimo dėl teritorijų planavimo dokumento (TPD) rengimo ir planavimo tikslų iki dokumento pateikimo į Teritorijų planavimo dokumentų registrą. Elektroninius dokumentus, pasirašytus elektroniniu parašu, su visais prie jų pridedamais dokumentais galima teikti ir gauti atsakymus per interneto portalą www.tpdris.lt.

TPDRIS	Skirta teritorijų planavimo dokumentams registruoti ir kaupti
	Valdytojas ir tvarkytojas - Valstybinė teritorijų planavimo ir statybos inspekcija
InfoStatyba	Skirta statybos valstybinei priežiūrai vykdyti
	Valdytojas ir tvarkytojas - Valstybinė teritorijų planavimo ir statybos inspekcija
LAKIS	Skirta centralizuotai kaupti ir teikti kelių ir tiltų inventorizacijos, kelių dangų konstrukcijos duomenis
	Valdytojas ir tvarkytojas - Lietuvos automobilių kelių direkcija
GEOLIS	Skirta kaupti duomenis apie Lietuvos teritorijos žemės gelmių sandarą ir būklę
	Valdytojas ir tvarkytojas - Lietuvos geologijos tarnyba
NTKR	Skirta registruoti nekilnojamuosius daiktus, nuosavybės bei kitas daiktines teises į šiuos daiktus, šių teisių suvaržymus, įstatymų nustatytus juridinius faktus bei teikti oficialią informaciją apie registre sukauptus duomenis
	Registro valdytoja - LR Teisingumo ministerija, registro tvarkytojas - VĮ Registrų centras
GITS	Skirta kaupti geležinkelių infrastruktūros eksploatacijai reikalingų techninių duomenų apie geležinkelio infrastruktūros objektus, jų remontų ir kt. eksploatavimo įvykių informaciją
	Valdytojas - AB Lietuvos geležinkeliai
Topografiniai ir inžinerinių tinklų planai	Valdytojai - savivaldybės
Inžinerinių tinklų planai	Valdytojai - inžinerinius tinklus eksploatuojančios įmonės

2.9 pav. Valstybės įstaigų skaitmeninimo priemonės Lietuvos statybų sektoriuje
(sudaryta autorės)

Fig. 2.9. Digitization tools for state institutions in the Lithuanian construction sector
(author created)

Naudojantis TPDRIS galima nuotoliniu būdu pateikti sprendimą dėl TPD rengimo pradžios ir planavimo tikslų, planavimo darbų programą, parengti ir išduoti teritorijų planavimo sąlygas, teikti kitus parengiamojo ir rengimo etapų dokumentus, viešinti TPD sprendinius. Tuo pačiu būdu ir visuomenė gali teikti pasiūlymus ir gauti planavimo organizatoriaus atsakymus. TPD derinimas, tikrinimas, tvirtinimas ir registravimas per šią informacinę sistemą sudaro galimybę teritorijų planavimo paslaugas teikti vieno langelio principu. Galima ne tik pateikti prašymą, bet ir gauti paslaugos rezultatą nuotoliniu būdu. Išoriniame portale numatyta galimybė gauti reikiamus duomenis iš valstybės registrų ir informacinių sistemų.

Teigiama, kad sukurta informacinė sistema suvienodins ir supaprastins teritorijų planavimo proceso procedūras, užtikrins šio proceso teisėtumą, valstybės, savivaldos ir visuomenės interesų suderinimą, pažeidimų prevenciją. TPDRIS naudotojams teritorijų planavimo procesas taps aiškesnis, sumažės finansinės ir laiko sąnaudos rengiant TPD.

TPDRIS pertvarkyta taip, kad institucijai per nustatytą terminą nepateikus išvados ar protokolo dėl TPD derinimo, ar patikrinimo akto išvados, šie dokumentai bus išduodami automatiškai. Jeigu per nustatytą terminą nebus išduotos teritorijų planavimo sąlygos, bus laikoma, kad institucija šių sąlygų nenustato, todėl planavimo organizatorius ar iniciatorius turės teisę toliau vykdyti procesą (TPDRIS 2016).

Projektavimo ir statybos etape šiuo metu nėra jokių informacinių išteklių infrastruktūros skaitmeninimo priemonių, kadangi šiuose etapuose vyksta privataus pobūdžio veikla.

TPDRIS sistemoje kaupiami teritorijų planavimo dokumentų rastriniai vaizdai (tif, png, jpg, bmp) ir pagrindinių sprendinių erdviniai duomenys (pateikiami dwg arba shp formatu). Taip pat registruojama informacija: institucija, priėmusi sprendimą rengti TPD, sprendimo pradėti rengti TPD data, sprendimo pradėti rengti TPD numeris, TPD patvirtinusi institucija, TPD tvirtinimo data, sprendimo tvirtinti TPD numeris. Tačiau dokumentai nėra rengiami ir kaupiami 3D formatu. IS InfoStatyba statinių projektų sprendinių erdvinių duomenų nekaupia.

Apibendrinant, Lietuvoje nėra vieningos sistemos ar bent jau veikiančios skirtingų sistemų sąsajos, kuri apimtų visą statinio gyvavimo ciklą. Įvairūs statybos procese dalyvaujantys subjektai (projektuotojai, rangovai, tyrinėtojai, matininkai ir kt.) turi daug kartų registruotis skirtingose sistemose, kad gautų reikalingus savo darbui pradinius duomenis arba, kad pateiktų reikalaujamą informaciją.

2.5. REGIA sistema

REGIA – Lietuvos Respublikos adresų registro objektų tekstinių ir grafinių duomenų pagrindu funkcionuojantis adresų registro objektų interaktyvusis žemėlapis, kuriame teisės aktų nustatyta tvarka galima įrašyti geografiškai su adresų registro objektais susietus duomenis. Sistema viešai prieinama adresu www.regia.lt.

REGIA paslauga – patogus įrankis, sukurtas specialiai savivaldybėms: jų gyventojams, tarnautojams bei jose veikiančiam verslui. REGIA tikslas – sudaryti patogias sąlygas geografinė padėtimi grindžiamiems sprendimams priimti ir palengvinti informacijos mainus. REGIA paslaugos ašis – trijų pagrindinių valstybės registrų – Adresų, Juridinių asmenų bei Nekilnojamojo turto duomenų ir Lietuvos kadastro žemėlapio integracija. REGIA vartotojams paslaugos aplinkoje suteikiama galimybė kurti ir valdyti savo duomenų sluoksnius. REGIA naudotis labai paprasta, tam nereikia jokios papildomos techninės ar programinės įrangos – pakanka kompiuterio su interneto ryšiu. Visos REGIA paslaugos valdomos per interneto naršyklę. REGIA veikia debesų kompiuterijos principu: visa vartotojo sukurta informacija, įvesti duomenys, įkelti dokumentai kaupiami bei saugomi REGIA tarnybinėse stotyse ir yra prieinami iš bet kurio kito kompiuterio (REGIA 2016).

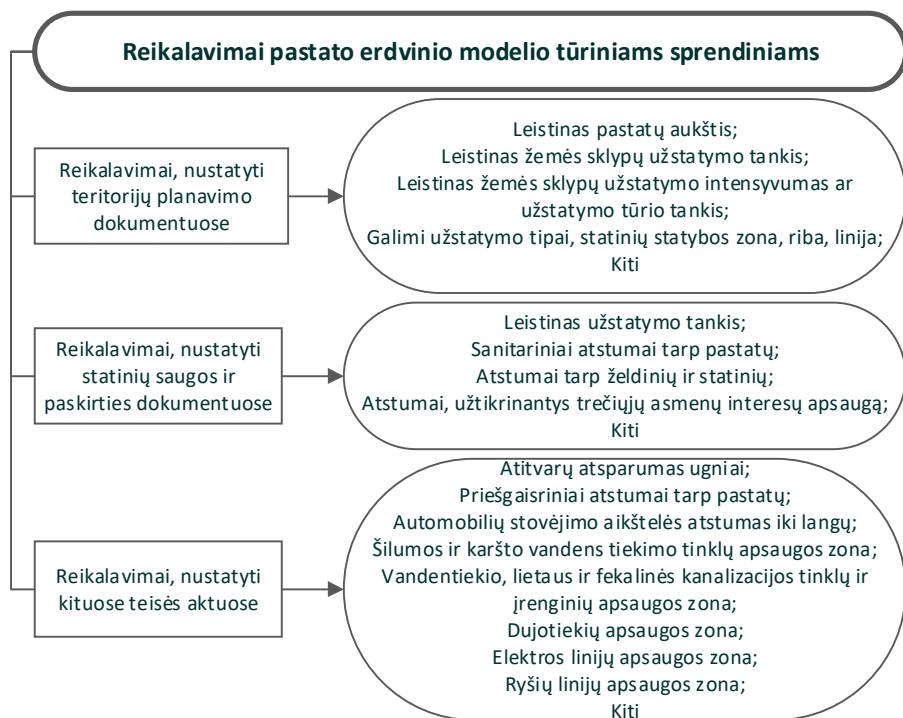
REGIA sistemoje informaciją talpina savivaldybės, Kultūros paveldo departamentas prie Kultūros ministerijos, Nacionalinė žemės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos, VĮ Registrų centras, Valstybinė miškų tarnyba prie Aplinkos ministerijos.

Sistemoje galima pažiūrėti suformuotų sklypų ribas, unikalius numerius ir kitą informaciją. Taip pat yra parodyti elektros ir dujų tinklai. Sistemoje, priklausomai nuo savivaldybės, informacijos detalumas yra skirtingas. Vienose savivaldybėse yra suvesta ir prieinama visa informacija apie savivaldybės veiklą, detaliuosius, specialiuosius ir kitus planus, kitose – praktiškai nėra suvesta jokios savivaldybių jurisdikcijai priklausančios informacijos. Sistemoje galima peržiūrėti detaliųjų planų brėžinius, aiškinamuosius raštus.

Apibendrinant, REGIA sistema šiuo metu yra labai informatyvi ir naudinga, tačiau neabejotinai ateityje turės būti modifikuojama. Sistemoje informacija nėra išsami, yra pateikiama tik 2D formatu, detalieji planai nėra integruoti į žemėlapi, nėra informacijos apie visus inžinerinius tinklus (šiuo metu prieinama informacija tik apie elektros ir dujų tinklus) ir kt. Ši sistema gali būti panaudojama kaip vienas iš šaltinių ateities 3D miestų modelių kūrimui.

2.6. Reikalavimai pastato erdvinio modelio tūriniam sprendiniams

Reikalavimai pastato erdvinio modelio tūriniam sprendiniams yra nustatyti teritorijų planavimo dokumentuose, statinių saugos ir paskirties dokumentuose bei kituose teisės aktuose (2.10 pav.).



2.10 pav. Reikalavimai pastato erdvinio modelio tūriniam sprendiniams
Fig. 2.10. Requirements for the spatial solutions in a spatial building model

Toliau 2.10 paveiksle nurodyti reikalavimai pastato erdvinio modelio tūriniam sprendiniams aptariami plačiau.

2.6.1. Reikalavimai, nustatyti teritorijų planavimo dokumentuose

Reikalavimai, susiję su žemės sklypu, būna nustatyti detaliuosiuose, bendruosiuose ir specialiuosiuose planuose. Detaliuosiuose planuose pagal kompleksinio teritorijų planavimo dokumentų rengimo taisyklės detalizuojant savivaldybės

lygmens bendrąjį planą ir (ar) vietovės lygmens bendrąjį planą, jeigu jis parengtas, nustatomas fiziniams ir juridiniams asmenims ar kitoms organizacijoms privalomas teritorijos naudojimo reglamentas. Šiame reglamente be kitų reikalavimų yra pateikiami ir reikalavimai pastatui:

- a) leistinas pastatų aukštis;
- b) leistinas žemės sklypų užstatymo tankis;
- c) leistinas žemės sklypų užstatymo intensyvumas;
- d) galimi užstatymo tipai, atitinkantys vietovės lygmens bendrąjį planą, jeigu jis parengtas, statinių statybos zona, riba ir linija (LR Teritorijų planavimo įstatymas 2014).

Pastatų aukštis. Pastato aukščio sąvoka yra apibrėžta LR Teritorijų planavimo įstatyme (2014): pastatų aukštis – aukštis, matuojamas metrais nuo statinių statybos zonos esamo žemės paviršiaus vidutinės altitudės iki pastatų stogo kraigo ar jų konstrukcijos aukščiausio taško.

Užstatymo tankis. Teritorijų planavimo įstatyme (2014) nustatyta, kad užstatymo tankis – pastatų ir turinčių stogą inžinerinių statinių antžemine dalimi užstatomo ploto, nustatomo pagal išorinių sienų ar kitų atitvarų projekciją į žemės paviršių, santykis su žemės sklypo plotu. Pastato užimtas žemės plotas apskaičiuojamas taip:

- suskaičiuojamas pirmojo aukšto horizontalaus pjūvio (projekcijos) plotas. Į šį plotą įskaičiuojami po pastatu padarytų įvažų, erdvių žmonėms praeiti ir kitoms reikmėms, portikų, terasų, įėjimo į pastatą laiptų (aikštelių), įvažiavimų į garažus, šviesduobių, krovinių nuleidimo duobių plotai;
- kai pirmojo aukšto horizontali projekcija nesutampa su požeminės pastato dalies, išsikišusios virš žemės paviršiaus, horizontalia projekcija, suskaičiuojamas didesnės projekcijos dalies, esančios už pirmojo aukšto horizontalios projekcijos ribų, plotas (Nekilnojamojo turto objektų... 2002).

Teritorijų planavimo normose (2014) nurodyta, kad užstatymo tankio rodikliai priklauso nuo teritorijos naudojimo tipo, taip pat nuo planuojamos teritorijos ir jos gretimybių užstatymo principų ir erdvinės struktūros. Rengiant vietovės lygmens bendruosius planus masteliu M1:2000 ir detaliuosius planus, sprendinių konkretizavimo stadijoje rekomenduojama sklypų užstatymo tankio parametrus nustatyti atsižvelgiant į teritorijos naudojimo tipą ir planuojamos teritorijos ir jos gretimybių esamą ar planuojamą užstatymo tipą. Priklausomai nuo teritorijos naudojimo tipo, užstatymo aukštų skaičiaus ir vyraujančio užstatymo tipo yra rekomenduojamos didžiausios leistinos žemės sklypų užstatymo tankio rodiklių reikšmės (E priedas). Atsižvelgiant į gyvenamosios vietovės dydį (gyventojų skaičių) numatyti užstatymo tankio rodikliai gali būti mažinami, taikant pataisos koeficientą (E priedas).

Užstatymo intensyvumas. Užstatymo intensyvumas – visų pastatų antžeminės dalies patalpų, įskaitant cokolinių aukštų ir naudojamų pastogių patalpas, bendrojo ploto sumos santykis su žemės sklypo plotu (LR Teritorijų planavimo įstatymas 2014). Užstatymo intensyvumo rodikliai priklauso nuo teritorijos naudojimo tipo, taip pat nuo planuojamos teritorijos ir jos gretimybių užstatymo principų ir erdvinės struktūros. Rengiant vietovės lygmens bendruosius planus masteliu M1:2000 ir detaliuosius planus, sprendinių konkretizavimo stadijoje rekomenduojama sklypų užstatymo intensyvumo parametrus nustatyti atsižvelgiant į teritorijos naudojimo tipą ir planuojamos teritorijos ir jos gretimybių esamą ar planuojamą užstatymo tipą. Priklausomai nuo teritorijos naudojimo tipo, užstatymo aukštų skaičiaus ir vyraujančio užstatymo tipo yra rekomenduojamos didžiausios leistinos žemės sklypų užstatymo intensyvumo rodiklių reikšmės (E priedas).

Formuojant aukštybinį užstatymą bendruosiuose ar specialiuosiuose planuose nustatytose teritorijose užstatymo intensyvumas gali būti didesnis nei nurodyta E priede pateiktoje lentelėje. Atsižvelgiant į gyvenamosios vietovės dydį (gyventojų skaičių) E priede nurodyti užstatymo intensyvumo rodikliai gali būti mažinami, taikant pataisos koeficientą.

Galimi užstatymo tipai, statinių statybos zona, riba ir linija. Teritorijų planavimo įstatyme (2014) nustatyta, kad užstatymo tipas – vietovės lygmens bendruosiuose ir detaliuosiuose planuose nustatoma teritorijos urbanistinė kategorija, apimanti teritorijai būdingą ir (ar) galimą pastatų ir erdvių išdėstymo struktūros ir parametrų visumą. Pagrindiniai galimi užstatymo tipai yra apibūrėti Teritorijų planavimo normose (2014). Šiose normose numatyti tokie pagrindiniai (pažymėtina, kad galimi ir kiti teritorijų užstatymo tipai) užstatymo tipai:

- a) sodybinis užstatymas – ekstensyvus gyvenamųjų teritorijų užstatymas, kai 1–3 aukštų vieno ar dviejų butų gyvenamosios paskirties pastatai su pagalbinio ūkio paskirties pastatais statomi atskirame žemės sklype. Pastatai ant sklypo ribų gali būti sublokuoti (suporinti) su besiribojančio žemės sklypo pastatais;
- b) vienbutis blokuotas užstatymas – gyvenamųjų teritorijų užstatymas, kai 1–3 aukštų sublokuoti trys ir daugiau vienbučiai gyvenamieji pastatai statomi atskiruose žemės sklypuose ar viename žemės sklype, išskiriant (arba ne) bendro naudojimo sklypo dalį;
- c) perimetrinis užstatymas – kvartalo išorės perimetru visiškai ar iš dalies uždara reguliaraus plano urbanistinė struktūra, kai užstatymas formuojamas blokuojant pastatus ant sklypo ribų palei gatvę. Perimetrinis kvartalų užstatymas suformuoja uždaras ar iš dalies uždaras kiemus, gatvių, aikščių ir kitas kvartalo erdves;

- d) laisvo planavimo užstatymas – užstatymo tipas, kai pastatai (jų grupės) statomi pagal laisvai pasirinktą kompoziciją, neformuojant gatvių ir kitų, būdingų perimetriniam užstatymui, erdvių. Šis užstatymo tipas buvo plačiai taikomas 1940–1990 metų miestų planavime;
- e) aukštybinis užstatymas – užstatymas formuojamas aukštais (pastatų aukštis – didesnis kaip 30 m) bokštiniais pastatais;
- f) atskirai stovintys pastatai (pavienis užstatymas) – užstatymas atskirai (laisvai) bendro naudojimo erdvėje stovinčiais ir toje erdvėje dominuojančiais išskirtinės paskirties pastatais (rotušė ir panašiai);
- g) pramonės ir inžinerinės infrastruktūros teritorijų užstatymas – gamybos ir technologinių procesų nulemtas, dažnai uždaras nuo aplinkinių teritorijų, aiškių užstatymo principų neturintis, pramonės (sandėliavimo) ir inžinerinės infrastruktūros teritorijų užstatymas, kuriame dominuoja didelio tūrio pastatai.

Teritorijų planavimo įstatyme (2014) taip pat apibrėžtos statybos linijos, statybos ribos ir statybos zonos sąvokos:

- Statybos linija – linija, su kuria turi sutapti pastatų ir (ar) kitų statinių, išskyrus kelius ar gatves ir inžinerinius tinklus, gatvės fasado projekcija, neįskaitant balkonų, erkerių, karnizų ir kitų fasado elementų.
- Statybos riba – linija, už kurios pastatų ir (ar) kitų statinių statyba negalima, išskyrus kelių ar gatvių ir inžinerinių tinklų tiesimą.
- Statybos zona – teritorijos ar žemės sklypo dalis, kurioje yra arba numatomi antžeminiai statiniai, neįskaitant kelių ar gatvių, inžinerinių tinklų, tvorų ir atraminių sienelių.

2.6.2. Reikalavimai, nustatyti statinių saugos ir paskirties dokumentuose

Statinių saugos ir paskirties dokumentuose yra nustatomi reikalavimai, susiję su projektuojamo pastato paskirtimi. Disertacijoje nagrinėjami gyvenamieji ir visuomeninės paskirties pastatai. Reikalavimus gyvenamiesiems ir visuomeninės paskirties pastatams nustato Aplinkos ministerija. Aplinkos ministerija yra parengusi ir patvirtinusi statybos techninius reglamentus, kuriuose nustatyti reikalavimai gyvenamiesiems ir visuomeninės paskirties pastatams:

- STR 2.02.09:2005 „Vienbučiai ir dvibučiai gyvenamieji pastatai“;
- STR 2.02.01:2004 „Gyvenamieji pastatai“;
- STR 2.02.02:2004 „Visuomeninės paskirties statiniai“.

Toliau pateikiama šiuose reglamentuose nurodytų reikalavimų pastato tūriams sprendiniams apžvalga.

Užstatymo tankis. Planuojant sodybinio ir vienbučio blokuoto užstatymo teritorijas, didžiausios leistinos žemės sklypų užstatymo rodiklių reikšmės nurodytos statybos techniniame reglamente STR 2.02.09:2005 „Vienbučiai ir dvibučiai gyvenamieji pastatai“ (2005). Šiame reglamente numatyti maksimalūs pastatų užimamo žemės ploto dydžiai sklype (2.2 lentelė). Kai žemės ūkio paskirties žemės sklype, išskyrus ūkininko sodyboje, žemės naudotojui priklausančiais gyvenamaisiais pastatais ir jų priklausiniais užstatyti plotai nesuformuoti atskirais sklypais, maksimalus sklypo užstatymo tankis skaičiuojamas pagal Nekilnojamojo turto kadastro duomenis faktiniam užstatytos teritorijos naudmenų plotui (pastatų, kiemų, aikštelių užimtai žemei ir kitai tiesioginiam statinių eksploatavimui naudojamai žemei). Žemės ūkio paskirties sklype ūkininko sodyboje namo užimamas žemės plotas neturi viršyti 1000 m², o bendras užstatymo plotas 50 %. Nuo 400 m² iki 10000 m² sklypuose tarpinės maksimalaus sklypo užstatymo tankumo reikšmės nustatomos interpoliacijos būdu. Saugomų teritorijų apsaugos reglamentuose gali būti nustatomi mažesni negu nurodyti 2.2 lentelėje pastatų užimamo žemės ploto dydžiai sklype.

Vietos savivaldybės taryba gali savo sprendimu kurortuose bei saugomose teritorijose sumažinti 600 m² ir didesnių sklypų teritorijų planavimo dokumentuose maksimalų sklypo užstatymo tankumą. Statant naują namą, jam skirtas sklypas (ar jo dalis) negali būti mažesnis kaip 400 m². Ši nuostata taikoma tais atvejais, kai formuojami nauji sklypai namų statybai, ar suformuoti nauji sklypai namų statybai, kuriuose nenurodytas užstatymo tipas.

2.2 lentelė. Maksimalūs pastatų užimamo žemės ploto dydžiai sklype (STR 2.02.09:2005)

Table 2.2. Maximum values of area occupied by buildings on a site (STR 2.02.09:2005)

Sklypo plotas, m ²	Maksimalus sklypo užstatymo tankis, %	Maksimalus pastatų užimamas sklypo plotas, m ²
iki 400	40	nustatomas pagal formulę: $0,4 \times F$, kur F – sklypo plotas, m ² .
400	40	160
600	35	210
900	30	270
1500	25	375
2500	20	500
10000	15	1500
daugiau kaip 10000		nustatomas pagal formulę: $15\sqrt{F}$, m ² .

Sanitariniai atstumai tarp pastatų. Sanitariniai atstumai tarp pastatų ir inžinerinių statinių nustatomi priklausomai nuo jų paskirties. Šie atstumai yra pateikti statybos techniniame reglamente STR 2.02.09:2005 „Vienbučiai ir dvibučiai gyvenamieji pastatai“ (2005). Keletas iš minėtame statybos techniniame reglamente normuojamų atstumų parodyti 2.3 lentelėje.

2.3 lentelė. Mažiausi leistini sanitariniai atstumai (m) tarp statinių, atsižvelgiant į jų paskirtį (pagal STR 2.02.09:2005)

Table 2.3. Minimum permitted distances (m) between buildings depending on their purpose (according to STR 2.02.09:2005)

Statinio pavadinimas ir jo santrumpa	Namų ūkio pastatas	Automobilių saugykla	Tvartas
Namas	n	n	10
Namų ūkio pastatas	–	n	n
Automobilių saugykla	n	–	n
Tvartas	n	n	–

Jei STR 2.02.09:2005 „Vienbučiai ir dvibučiai gyvenamieji pastatai“ (2005) pateikti leistini mažiausi sanitariniai atstumai yra mažesni už mažiausius leistinus priešgaisrinius atstumus (kai jie normuojami), turi būti taikomi Gaisrinės saugos pagrindiniuose reikalavimuose (2010) nustatyti priešgaisriniai atstumai. Vandentiekio įvadas į namą turi būti tiesiamas ne arčiau kaip 5 m nuo tvarto, mėšlidės, kompostavimo aikštelės, nuotekų kaupimo rezervuaro, lauko tualetų, 7 m – nuo vietinės nuotekų valyklos. Nuotekų tinklai turi būti tiesiami ne arčiau kaip 10 m nuo šachtinio šulinio. Kai vietinė nuotekų valykla ir nuotekų kaupimo rezervuaras, lauko tualetas yra vienbučio (vieno buto) gyvenamojo pastato priklausiniai, atstumas nuo vienbučio (vieno buto) gyvenamojo pastato iki vietinės nuotekų valyklos, nuotekų kaupimo rezervuaro ar lauko tualetų nenormuojamas, jei kiti teisės aktai nenustato kitaip.

Atstumai tarp želdinių ir statinių. Neretai pasitaiko atvejai, kai sklype auga vertingieji medžiai ir jų naikinti neleidžiama. Tokiu atveju planuojant pastatą reikia įvertinti ir medžių augimo vietas. Statybos techniniame reglamente STR 2.02.09:2005 „Vienbučiai ir dvibučiai gyvenamieji pastatai“ (2005) nurodyta, kad atstumai tarp želdinių ir statinių užtikrina statinių mechaninį atsparumą ir pastovumą. Šie atstumai parodyti 2.4 lentelėje.

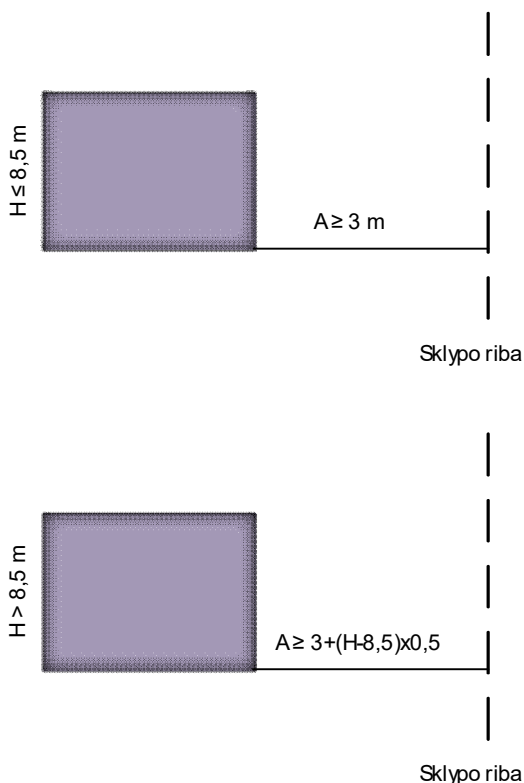
2.4 lentelė. Minimalūs leistini atstumai tarp želdinių ir statinių elementų, užtikrinantys statinių mechaninį atsparumą ir pastovumą (STR 2.02.09:2005)

Table 2.4. Minimum permitted distances between plants and building elements ensuring mechanical strength and stability of buildings (STR 2.02.09:2005)

Pastatų ir inžinerinių statinių elementai	Atstumai iki ašies, m	
	Medžio kamieno	Krūmo
Pastatų išorinės pusės	5	1,5
Apšvietimo tinklo, inžinerinių statinių atramos	4	–
Atraminių sienelių papėdės išorinės pusės	3,0	1,0
Šaligatvių ir sodo takelių kraštas	0,7	0,5
Bortinis akmuo ar kelio sustiprintos juostos kelkraščio pakraštys	2,0	1,2
Požeminiai tinklai:		
dujotiekio, nuotekų	1,5	–
šilumos tinklų (nuo kanalo sienelės)	2,0	1,0
bekanalinių šilumos tinklų, vandentieklių, drenažų	2,0	–
jėgos kabelių ir elektroninių ryšių kabelių	2,0	0,7

Medžiai gali būti sodinami ne arčiau kaip 6–8 m nuo fasado. Medžių lapija (tankios spygliuočių šakos) turi būti ne žemiau kaip 2,2 m nuo žemės paviršiaus. Bendras sklypo apželdinimas turi būti toks, kad netemdytų matomumo sklype (STR 2.02.01:2004).

Atstumai, užtikrinantys trečiųjų asmenų interesų apsaugą. Statiniai turi būti išdėstomi sklype taip, kad nebūtų pažeisti gretimų sklypų savininkų ar naudotojų pagrįsti interesai (2.11 pav.). Statybos techniniuose reglamentuose STR 2.02.01:2004 „Gyvenamieji pastatai“ (2004), STR 2.02.09:2005 „Vienbučiai ir dvibučiai gyvenamieji pastatai“ (2005) ir STR 2.02.02:2004 „Visuomeninės paskirties statiniai“ (2004) nustatyta, kad pastato aukščiui esant iki 8,5 metro, atstumas nuo sklypo ribos iki pastato turi būti ne mažesnis, negu 3 metrai. Norint statyti aukštesnį, negu 8,5 metro aukščio pastatą, atstumas nuo sklypo ribos iki pastato didinamas po 0,5 m kiekvienam papildomam (virš 8,5 m) aukščio metrui. Atstumas iki žemės sklypo ribos nustatomas nuo kiekvienos skirtingą aukštį turinčios pastato dalies. STR nustatyti atstumai gali būti mažinami tik gavus besiribojančio žemės sklypo savininko ar valdytojo rašytinį sutikimą.



2.11 pav. Atstumo iki sklypo ribos priklausomybė nuo pastato aukščio
(sudaryta autorės)

Fig. 2.11. Dependence of the distance to the site boundary on the building's height (author created)

Atstumas nuo sklypo ribos iki inžinerinių statinių, esančių sklype (pavyzdžiui, aikštelės, šuliniai ir pan., išskyrus sklypo aptvarus), turi būti ne mažesnis kaip 1,0 m. Šis atstumas taip pat gali būti sumažintas, gavus gretimo sklypo savininko sutikimą raštu. Pažymėtina, kad visi nurodyti atstumai nuo statinių taikomi ir bet kurioms pastatų bei inžinerinių statinių išsikišančioms konstrukcijoms. Reikalavimai netaikomi miestų senamiesčiuose, centruose bei kitose miesto dalyse, kur yra istoriškai susiklostęs perimetris užstatymas, ir teritorijose, kai šių teritorijų savivaldybės (jos dalies) bendruosiuose ar specialiuosiuose planuose numatyta aukštybinių pastatų statyba.

2.6.3. Reikalavimai, nustatyti kituose teisės aktuose

Reikalavimai pastato tūriniams erdviniams sprendiniams yra nustatyti ir kituose teisės aktuose:

1. Specialiosiose žemės ir miško naudojimo sąlygose.
2. Gaisrinės saugos pagrindiniuose reikalavimuose.

Toliau pateikiama šiuose dokumentuose nurodytų reikalavimų pastato tūriniam sprendiniams apžvalga.

Atitvarų atsparumas ugniai. Statinių atsparumas ugniai užtikrinamas įrengiant priešgaisrines užtvartas. Priešgaisrinės užtvartos – nustatyto atsparumo ugniai ir degumo klasės statybinės konstrukcijos, atskiriančios patalpas tarpusavyje, atsižvelgiant į patalpų paskirtį, gaisro apkrovos tankį, pastato atsparumo ugniai laipsnį, ir skirtos gaisro ir degimo produktų plitimui iš patalpos arba gaisrinio skyriaus į kitas patalpas apriboti. Priešgaisrinėms užtvartoms priskiriamos sienos, pertvaros, perdangos, stogai. Priešgaisrinių užtvartų, neleidžiančių susidaryti pavojingiems gaisro veiksniams ir išplisti patalpoje, tarp patalpų, skirtingo gaisrinio pavojingumo (paskirties) patalpų grupių, aukštų ir gaisrinių skyrių, taip pat tarp pastatų panaudojimas yra gaisro plitimo ribojimo, degimo intensyvumo ir trukmės mažinimo priemonė.

Priešgaisrinės užtvartos atsparumas ugniai nustatomas remiantis jos konstrukcijų elementų atsparumu ugniai:

- užtveriančios dalies;
- konstrukcijų, užtikrinančių užtvartos pastovumą;
- konstrukcijų, į kurias užtvarta remiasi;
- tvirtinimo mazgų.

Konstrukcijų, užtikrinančių užtvartos pastovumą, taip pat konstrukcijų, į kurias užtvarta remiasi, tvirtinimo tarp jų mazgų atsparumas ugniai pagal gebą R turi būti ne mažesnis už reikalaujamą priešgaisrinės užtvartos užtveriančios dalies atsparumą ugniai. Nišos priešgaisrinėse užtvartose (įleidžiami elektros, gaisrinių čiaupų, šildymo kolektorių ar kt. skydeliai) neturi sumažinti priešgaisrinės užtvartos atsparumo ugniai.

Statinių laikančiosioms konstrukcijoms, gaisro metu užtikrinančioms bendrą statinio mechaninį patvarumą ir pastovumą, priskiriama:

- elementai (pvz., laikančiosios sienos, rėmai, kolonos, sijos, rygeliai, santvaros, arkos, standumo diafragmos, perdangos ir kt.);
- konstrukcijos (konstrukciją sudaro daugiau nei vienas elementas);
- statiniai (visas statinio konstruktyvas).

2.5 lentelė. Statinių, statinių gaisrinių skyrių atsparumo ugniai laipsniai (Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai 2010)

Table 2.5. Fire resistance levels of buildings and their fire sections (Main requirements of fire safety, 2010)

Statinio atsparumo ugniai laipsnis	Gaisro apkrovos kategorija	Statinio, statinio gaisrinio skyriaus konstrukcijų elementų (tūrinių ugnies atskyrimo ir (ar) apsaugos funkcijas) atsparumas ugniai ne mažesnis kaip (min.)			
		gaisrinių skyrių atskyrimo sienos ir perdangos	laikančiosios konstrukcijos	lauko siena	stogai
I	1	REI 180 ⁽¹⁾	R 120 ⁽¹⁾	EI 30 (o↔i) ⁽³⁾	RE 30 ⁽⁴⁾
	2	REI 120 ⁽¹⁾	R 90 ⁽¹⁾	EI 15 (o↔i) ⁽³⁾	RE 20 ⁽⁴⁾
	3	REI 90 ⁽¹⁾	R 60 ⁽²⁾	EI 15 (o↔i) ⁽³⁾	RE 20 ⁽⁴⁾
II	RN	REI 60 ⁽¹⁾	R 45 ⁽²⁾	EI 15 (o↔i) ⁽³⁾	RE 20 ⁽⁴⁾
III	RN	REI 30 ⁽¹⁾	RN		

⁽¹⁾ Konstrukcijoms įrengti naudojami ne žemesnės kaip A2–s3, d2 degumo klasės statybos produktai.

⁽²⁾ Konstrukcijoms įrengti naudojami ne žemesnės kaip B–s3, d2 degumo klasės statybos produktai.

⁽³⁾ Atsparumo ugniai reikalavimai lauko sienoms netaikomi, kai:

- a) statinio aukščiausio aukšto grindų altitudė neviršija 6 m;
- b) lauko sienos ir perdangos, atitinkančios šioje lentelėje nustatytus reikalavimus, įrengiamos pagal Gaisrinės saugos pagrindinių reikalavimų (2010) 1 paveiksle pateiktus reikalavimus (lauko sienos ir perdangos A ir (ar) B matmenys gali būti nustatomi pagal LST EN 1991-1-2 serijos standartą, kai skaičiavimams taikoma 160 °C maksimali leistina liepsnos temperatūra prie aukštesnio aukšto lango);
- c) visame statinyje įrengiama stacionarioji gaisrų gesinimo sistema.

⁽⁴⁾ Vieno aukšto statiniams, kuriuose gali būti ne daugiau kaip 100 žmonių, atsparumo ugniai reikalavimai stogui nekeliami, išskyrus teisės aktuose nustatytus atvejus. Stogą laikančiosioms konstrukcijoms (gegnėms, grebėstams ir pan.) įrengti naudojami ne žemesnės kaip B–s3, d2 degumo klasės statybos produktai.

RN – reikalavimai netaikomi.

Statinio laikančiųjų konstrukcijų atsparumas ugniai skaičiuojamas trimis sudėtingumo lygiais: elemento, konstrukcijos ir statinio. Sudėtingesnio lygio skaičiavimų rezultatai taikomi žemesnio sudėtingumo lygio konstrukcijoms: jei atlikus statinio konstrukcijos ar viso statinio konstruktyvo atsparumo ugniai skaičiavimus nustatoma, kad elementas ar konstrukcija neturi įtakos viso statinio ar jo konstrukcijos mechaniniam patvarumui ir pastovumui, – atsparumo ugniai reikalavimai šiems elementams ar konstrukcijoms netaikomi.

Statiniai, statinių gaisriniai skyriai, atsižvelgiant į jų gaisro apkrovos kategorijas ir jiems statyti panaudotų konstrukcijų elementų atsparumą ugniai, skirstomi į I, II, III atsparumo ugniai laipsnio statinius, statinių gaisrinius skyrius (2.5 lentelė).

Labai aukštų statinių konstrukcijų atsparumo ugniai reikalavimai parenkami pagal I gaisro apkrovos kategoriją, o aukštų statinių – pagal 1 ar 2 gaisro apkrovos kategoriją, atsižvelgiant į apskaičiuotą statinio (gaisrinio skyriaus) gaisro apkrovą.

I atsparumo ugniai laipsnio pastatų aukštis neribojamas, jei statinio laikančiųjų konstrukcijų atsparumas ugniai užtikrina jų mechaninį atsparumą ir pastovumą gaisro metu be jokio priešgaisrinės gelbėjimo tarnybos komandų įsikišimo sudegus visoms medžiagoms ir statybos produktams.

Priešgaisriniai atstumai tarp pastatų. Gaisro plitimas į gretimus pastatus ribojamas, užtikrinant saugius atstumus tarp pastatų lauko sienų (toliau – priešgaisrinis atstumas). Minimalūs priešgaisriniai atstumai tarp pastatų parodyti 2.6 lentelėje.

2.6 lentelė. Minimalūs priešgaisriniai atstumai tarp pastatų (Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai 2010)

Table 2.6. Minimum fire safety distances between buildings (Main requirements of fire safety, 2010)

Pastato atsparumo ugniai laipsnis	Atstumas (m) iki gretimų pastatų, kurių atsparumo ugniai laipsnis		
	I	II	III
I	6	8	10
II	8	8	10
III	10	10	15

Jei pastatuose yra daugiau kaip 1 m išsikišančių konstrukcijų, pagamintų iš B–s3, d2 ar žemesnės degumo klasės statybos produktų, priešgaisrinis atstumas nustatomas tarp šių konstrukcijų išsikišusių dalių.

Priešgaisriniai atstumai tarp pastatų, esančių tame pačiame ar skirtinguose sklypuose, gali būti neišlaikomi, kai jų užstatymo plotas, įvertinant ir neužstatytą

žemės plotą tarp jų, neviršija tos pačios paskirties pastatams nustatyto gaisrinio skyriaus ploto. Pastato gaisrinio skyriaus maksimalus plotas nustatomas pagal Gaisrinės saugos pagrindiniuose reikalavimuose (2010) pateiktą metodiką.

Jei priešgaisrinis atstumas tarp pastatų yra mažesnis už reikalaujamą, gaisro plitimas ribojamas priešgaisrinėmis užtvaramis, kurios atskiria gretimus pastatus ir savo konstrukcijos ypatumais užtikrina, kad kilus gaisrui vienoje priešgaisrinės užtvaros pusėje, jis neišplistų į už jos esantį gretimą pastatą (toliau – priešgaisrinė siena (ekranas)).

Priešgaisrinių sienų (ekranų) matmenys turi būti ne mažesni kaip didesniojo pastato išoriniai matmenys arba įrengiamų priešgaisrinių sienų (ekranų) matmenys parenkami atsižvelgiant į gaisro šiluminio poveikio plitimo galimybes. Priešgaisrinės sienos (ekranai) turi būti iš ne žemesnės kaip A2–s2, d0 degumo klasės statybos produktų.

Automobilių stovėjimo aikštelės atstumas iki langų. Nuo požeminių, požeminių-antžeminių garažų, atvirų mašinų aikštelių, taip pat įvažiavimų į juos iki gyvenamųjų namų ir visuomeninių pastatų langų, mokyklų, vaikų lopšelių-darželių ir medicinos įstaigų stacionarų teritorijų ribų turi būti atstumai ne mažesni už nurodytus Specialiosiose žemės ir miško naudojimo sąlygose (1996) (2.7 lentelė).

2.7 lentelė. Atstumai nuo požeminių, požeminių-antžeminių garažų, atvirų mašinų aikštelių ir techninio aptarnavimo stočių (Specialiosios žemės ir miško naudojimo sąlygos 1996)

Table 2.7. Distances to underground, underground/aboveground garages, open car parks and maintenance stations (Special conditions for the use of land and forest, 1996)

Objektų, iki kurių nustatomi atstumai, pavadinimas	nuo garažų ir atvirų mašinų aikštelių, kai mašinų skaičius				
	10 ir mažiau	11–50	51–100	101–300	daugiau kaip 300
Gyvenamieji namai	10	15	25	35	50
Visuomeniniai pastatai	10	10	15	25	25
Vaikų įstaigos	15	25	25	50	x
Medicinos įstaigų stacionarai	25	50	x	x	x
x – nustatoma suderinus su visuomenės sveikatos centru apskrityje.					

Atstumai nuo požeminių ir pusiau požeminių (jeigu juose nėra langų) garažų sienų nereglamentuojami, tačiau turi būti išlaikyti atstumai nuo įvažiavimo ir išvažiavimo vartų ir ventiliacijos šachtų iki gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų langų – ne mažiau kaip 15 m.

Šie atstumai taikomi statant garažus iki 300 vietų. Statant didesnius požeminius ir pusiau požeminius (be langų) garažus, atstumai iki gyvenamųjų, visuomeninių pastatų nustatomi remiantis triukšmo, oro taršos skaičiavimais ir Lietuvos higienos normomis.

Šilumos ir karšto vandens tiekimo tinklų apsaugos zona. Specialiosiose žemės ir miško naudojimo sąlygose (1996) numatyta, kad šilumos ir karšto vandens tiekimo tinklų apsaugos zonoje draudžiama statyti nuolatinis ir laikinus statinius bei įrenginius. Šilumos ir karšto vandens tiekimo tinklų apsaugos zona yra žemės juosta, kurios plotis po 5 metrus nuo kanalo (vamzdyno) kraštų, kameros išorinės sienos. Prie šilumos ir karšto vandens tiekimo tinklų priskiriami: antžeminiai šilumos tiekimo vamzdynai, požeminės šilumos bei karšto vandens tiekimo trasos, šiluminės kameros, sklendžių aptarnavimo paviljonai, drenažo šuliniai, termofikacinio vandens bei drenažo siurblinės, šalia šilumos tiekimo trasų pakloti drenažo vamzdžiai, telesignalizacijos kabeliai ir kiti statiniai, skirti nurodytiems tinklams aptarnauti.

Vandentiekio, lietaus ir fekalinės kanalizacijos tinklų ir įrenginių apsaugos zona. Vandentiekio, lietaus ir fekalinės kanalizacijos tinklus ir įrenginius eksploatuojančios įmonės nustato sąlygas, kurių laikantis nurodytųjų tinklų ir įrenginių apsaugos zonose galima statyti pastatus ir įrenginius.

Vandentiekio, lietaus ir fekalinės kanalizacijos tinklų ir įrenginių apsaugos zonų dydžiai parodyti 2.8 lentelėje.

2.8 lentelė. Vandentiekio, lietaus ir fekalinės kanalizacijos tinklų ir įrenginių apsaugos zonos (Specialiosios žemės ir miško naudojimo sąlygos 1996)

Table 2.8. Protection zones of water supply, rainwater drainage and sewerage networks and facilities (Special conditions for the use of land and forest, 1996)

Tinklai ir įrenginiai	Apsaugos zona
Vandentiekio, lietaus ir fekalinės kanalizacijos tinklai ir įrenginiai, įrengiami iki 2,5 metro gylyje	Žemės juosta po 2,5 metro nuo vamzdyno ašies
Vandentiekio, lietaus, fekalinės kanalizacijos tinklai ir įrenginiai, įrengiami giliau kaip 2,5 metro	Žemės juosta po 5 metrus nuo vamzdynų ašies
Magistraliniai vamzdynai, kurių skersmuo yra 400 milimetrų ir didesnis	Žemės juosta po 10 metrų nuo vamzdynų ašies
Vandens rezervuarai, skaidrintuvai, kaupikliai	30 metrų nuo išorinių sienelių
Vandentiekio bokštai, nuotekų siurblinės ir kiti įrenginiai	Ne mažiau kaip po 10 metrų nuo išorinių sienelių

Prie vandentiekio, lietaus ir fekalinės kanalizacijos tinklų ir įrenginių priskiriami: vandentiekio, lietaus ir fekalinės kanalizacijos vamzdynai, kaupimo rezervuarai, sklendžių kameros, persiurbimo stotys, išleistuvai, vandentiekio bokštai, slėginiai rezervuarai, lietaus ir fekalinės kanalizacijos valymo įrenginiai.

Dujotiekių apsaugos zona. Specialiosiose žemės ir miško naudojimo sąlygose (1996) numatyta, kad dujotiekio apsaugos zonoje draudžiama statyti pastatus ir įrenginius. Specialiųjų žemės naudojimo sąlygų privaloma laikytis naudojantis žeme, kuri priskirta prie dujotiekio apsaugos zonos. Iki 16 barų slėgio dujotiekio apsaugos zoną sudaro žemės juosta išilgai vamzdynų trasos, kurios plotis – po 2 metrus abipus vamzdyno ašies. Dujų reguliavimo punkto apsaugos zona – 10 metrų pločio žemės juosta aplink šio punkto sienas.

Elektros linijų apsaugos zona. Elektros linijos apsaugos zonoje be elektros tinklų įmonės raštiško leidimo draudžiama statyti, kapitališkai remontuoti, rekonstruoti arba griauti pastatus, statinius ir inžinerinius tinklus, sodinti arba kirsti medžius ir krūmus. Specialiosiose žemės ir miško naudojimo sąlygose (1996) numatyta, kad elektros oro linijos apsaugos zona – žemės juosta ir oro erdvė tarp dviejų vertikalių plokštumų, lygiagrečių elektros linijos ašiai, matuojant horizontalų atstumą nuo kraštinių jos laidų. Elektros oro linijos apsaugos zonos plotis nustatomas atsižvelgiant į šios linijos įtampą:

- iki 1 kV – po 2 metrus;
- 6 ir 10 kV – po 10 metrų;
- 35 kV – po 15 metrų;
- 110 kV – po 20 metrų;
- 330 ir 400 kV – po 30 metrų.

Požeminės elektros kabelių linijos apsaugos zona – žemės juosta, kurios plotis po 1 metrą nuo linijos konstrukcijų kraštinių taškų. Nuotolis nuo šios linijos iki pastatų ir statinių – 0,6 metro.

Ryšių linijų apsaugos zona. Specialiosiose žemės ir miško naudojimo sąlygose (1996) numatyta, kad ryšių linijų apsaugos zonoje (žemės juostoje, kurios plotis po 2 metrus abipus požeminio kabelio trasos arba orinės linijos kraštinių laidų ir 3 metrai aplink požeminį ar antžeminį stiprinimo punktą) be raštiško įmonių, aptarnaujančių šias ryšių linijas, leidimo ir darbų metu nesant tos įmonės atsoto draudžiama kasti žemę giliau kaip 0,3 metro ir vykdyti statybos, geologinių tyrinėjimų, sprogdinimo darbus.

2.7. Reikalavimai privalomųjų sklypo dalių išskyrimui

Priklausomai nuo pastato paskirties ir kitų charakteristikų normatyviniai dokumentai išskiria privalomas sklypo dalis, kurioms taikomi tam tikri reikalavimai. Atliekant sklypo užstatymo erdvinį planavimą būtina įvertinti galimybes suplanuoti šias privalomas sklypo dalis. Statybos techniniame reglamente STR 2.02.01:2004 „Gyvenamieji pastatai“ yra išskirtos tokios daugiabučio gyvenamojo namo minimalios sklypo struktūros dalys:

- priėjimai ir privažiavimai prie pastato;
- automobilių saugykla;
- želdynai su vaikų žaidimo ir sporto aikštelėmis, ramaus poilsio vietomis vyresnio amžiaus ir neįgaliems žmonėms;
- dviračių saugykla;
- vieta buitiniams atliekoms laikinai sandėliuoti;
- inžinerinių sistemų statiniai (transformatorinės ir kita).

2.7.1. Priėjimai ir privažiavimai prie pastato

Prie kiekvieno pastato sklype turi būti įrengti tam tikri priėjimai ir privažiavimai. Statybos techniniame reglamente STR 2.02.01:2004 „Gyvenamieji pastatai“ (2004) nurodyta, kad minimalus būtinas tik vienas įėjimas ir vienas įvažiavimas automobiliu į pastato sklypą.

Jeigu gyvenamasis pastatas yra mišrus, sklypas dalinamas į privačią ir viešą (atvirą) lankytojams ir darbuotojams sklypo dalis bei atskirus priėjimus ir privažiavimus. Gyvenamojo pastato viešojo (atvira) dalis lankytojams turi turėti tiesioginį ir trumpiausią priėjimą ir privažiavimą iš viešojo kelio ar gatvės (aikštės). Pastato sklype takai turi būti suprojektuoti taip, kad žmonės su negalia galėtų laisvai judėti nuo gatvės (kelio) iki pastato, nuo pastato iki jo priklausinių, želdynų, poilsio aikštelių, automobilių saugyklos ar garažo. Statybos techniniame reglamente STR 2.02.09:2005 „Vienbučiai ir dvibučiai gyvenamieji pastatai“ (2005) nurodyta, kad mažiausias automobilių privažiavimo plotis turi būti 3,5 m, didžiausias išilginis automobilių privažiavimo nuolydis – 12 %.

Prie kiekvieno statinio turi būti įrengti tinkami keliai gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobiliams privažiuoti. Kelių, skirtų gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobiliams privažiuoti, projektavimo reikalavimai nurodyti 2.9 lentelėje. Tarp statinių ir kelių gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobiliams privažiuoti negali būti sodinami medžiai ar statomos kitos kliūtys. Aikštelės ir keliai gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobiliams privažiuoti turi būti visada laisvi, tam užtikrinti būtina statyti specialius ženklus ir aptvarus (iki 20 cm aukščio).

2.9 lentelė. Kelių, skirtų gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobiliams privažiuoti, projektavimo reikalavimai (sudaryta autorės pagal Gaisrinės saugos pagrindinius reikalavimus 2010)

Table 2.9. Design requirements for roads intended for fire and rescue vehicles (author created according to the main requirements of fire safety 2010)

Pastato aukštis	Reikalavimai
Aukščiausio aukšto grindų altitudė ≤ 15 m	Kelio atstumas iki pastato ne didesnis kaip 25 m
	Aklakelis turi baigtis ne mažesne kaip 12×12 m aikštele
Aukščiausio aukšto grindų altitudė > 15 m	Keliai iš dviejų išilginių pastato pusių, kad ugniagesiai gelbėtojai automobilineis kopėčiomis patektų į visus pastato langus ir avarinius išėjimus
	Kelias tik iš vienos išilginės pastato pusės, jei iš jos per kiekvieno aukšto langus ugniagesiai gelbėtojai automobilineis kopėčiomis galės patekti į visas kiekvieno aukšto patalpas ir avarinius išėjimus
	Keliai įvažiuoti į uždarus ar pusiau uždarus kiemus įrengiami ne rečiau kaip kas 800 m išorinio statinio perimetro ilgio
	Aklakelis turi baigtis 16×16 m aikštele
	7–16 m atstumu iki pastato turi būti įrengta ne mažiau kaip 6 m pločio važiuojamoji dalis arba 16×16 m dydžio aikštelė automobilineis kopėčioms pastatyti

Gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobiliams privažiuoti prie statinių leidžiama panaudoti priestatų eksploatuojamus stogus, kurie įrengiami atsižvelgiant į gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilių sukeltą apkrovą (Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai 2010).

2.7.2. Automobilių saugykla

Kiekviename sklype turi būti numatytos automobilių stovėjimo vietos tame sklype stovinčio pastato naudotojų poreikiams užtikrinti. Automobilių stovėjimo vietų įrengimo reikalavimai nustatyti statybos techniniame reglamente STR 2.06.04:2014 „Gatvės ir vietinės reikšmės keliai. Bendrieji reikalavimai“ (2014). Minimalus automobilių stovėjimo vietų skaičius, prie įvairios paskirties statinių nustatomas vadovaujantis STR 2.06.04:2014 „Gatvės ir vietinės reikšmės keliai. Bendrieji reikalavimai“ 30 lentelėje pateiktais reikalavimais. Kelios iš tyrimui aktualių minėtos STR lentelės pozicijų pateiktos 2.10 lentelėje.

2.10 lentelė. Automobilių stovėjimo vietų minimalus skaičius (pagal STR 2.06.04:2014)
Table 2.10. Minimum number of parking spaces (according STR 2.06.04:2014)

Eil. Nr.	Pastatų paskirtis	Minimalus stovėjimo vietų skaičius
1.	Gyvenamosios paskirties pastatai	
1.1.	Gyvenamosios paskirties (vieno buto) pastatai**	Pastatui, kurio naudingasis plotas neviršija 70 m ² – 1 vieta; Pastatui, kurio naudingasis plotas didesnis kaip 70 m ² , bet neviršija 140 m ² – 2 vietos; Pastatui, kurio naudingasis plotas didesnis kaip 140 m ² – 2 vietos ir papildomai po 1 vietą kiekvienam iki 35 m ² didesniai kaip 140 m ² esančiam naudingajam plotui
1.2.	Gyvenamosios paskirties (dviejų butų) pastatai**	Pastatui, kurio naudingasis plotas neviršija 140 m ² – 2 vietos; Pastatui, kurio naudingasis plotas didesnis kaip 140 m ² – 2 vietos ir papildomai po 1 vietą kiekvienam iki 35 m ² didesniai kaip 140 m ² esančiam naudingajam plotui
1.3.	Gyvenamosios paskirties (trijų ir daugiau butų – daugiabučiai) pastatai	1 vieta vienam butui
1.4.	Gyvenamosios paskirties (įvairioms socialinėms grupėms) pastatai	0,8 vietos vienam butui ar kambariui atsižvelgiant į apgyvendinimo tipą
2.	Administracinės paskirties pastatai	
2.1.	Administracinės įstaigos	1 vieta 25 m ² pagrindinio ploto
3.	Prekybos paskirties pastatai	
3.1.	Maisto produktų parduotuvės	1 vieta 20 m ² prekybos salės ploto
3.2.	Prekybos centrai	1 vieta 30 m ² prekybos salės ploto
3.3.	Ne maisto produktų parduotuvės	1 vieta 30 m ² prekybos salės ploto

Savivaldybių tarybos savo sprendimais atskiroms miestų ar miestelių dalims (kvartalams, gatvėms, zonoms ar kita) gali nustatyti didesnę privalomą stovėjimo vietų skaičių, jei tai neprieštarauja galiojančių teritorijų planavimo dokumentų sprendiniams (ši nuostata galioja gyvenamosios paskirties vieno ir dviejų butų pastatams).

Naujai įrengiamose stovėjimo aikštelėse yra būtina numatyti įkrovimo įrangą elektromobiliams. Kai statiniuose įrengiamos skirtingų paskirčių patalpos, statiniui reikalingas automobilių stovėjimo vietų skaičius nustatomas sumuojant kiekvienos paskirties patalpoms (tarp jų ir butams) reikalingą automobilių stovėjimo

viėtų skaičių, nustatytą pagal STR 2.06.04:2014 ir 2.10 lentelėje nurodytus normatyvus įvairių paskirčių statiniams ir savivaldybių tarybų patvirtintus koeficientus. Kitos, nei visas statinys, paskirties patalpoms, jei jos naudojamos tik to statinio reikmėms (administracinio pastato valgykla, jei ji skirta tik darbuotojams ir kita) papildomų automobilių stovėjimo vietų skaičius nenustatomas.

Statiniams, nepatenkantiems į STR 2.06.04:2014, automobilių stovėjimo vietų poreikis apskaičiuojamas individualiai, įvertinant vykdomos veiklos specifiką, darbuotojų bei lankytojų skaičių, pastato padėtį mieste, teritorijos aprūpinimą viešuoju transportu ir kitus faktorius.

Lengvųjų automobilių, sunkvežimių, autobusų, motociklų ir kitų transporto priemonių stovėjimo vietos įrengiamos vadovaujantis STR 2.06.04:2014 „Gatvės ir vietinės reikšmės keliai. Bendrieji reikalavimai“ (2014) pateiktais reikalavimais.

Prie visuomeninių pastatų įėjimų ir išėjimų turi būti numatytos automobilių sustojimo vietos žmonėms įlipti ir išlipti, kroviniams pakrauti ir iškrauti nepriklausomai nuo numatytų stovėjimo vietų prie šių objektų. Aikštelėse prie stadionų, teatrų, parodų rūmų, viešbučių, motelių, taip pat aikštelėse, įrengtose miesto prieigose ir miesto rajonuose, kur yra turistų lankomų objektų, būtina numatyti autobusų stovėjimo vietas arba įrengti atskiras jų stovėjimo aikšteles.

Visose aikštelėse, skirtose visuomeninių pastatų, stadionų, teatrų, parodų rūmų, viešbučių, motelių, turistų lankomų objektų aptarnavimui, turi būti suprojektuotas pėstiesiems skirtas takas (-ai), kuris būtų ne siauresnis kaip 1,50 m pločio ir atskirtas nuo automobilių stovėjimo vietų fizinėmis apsaugos priemonėmis (ratų atmušėjai, atitvarai, barjerai, kuoliukai ir kita). Takas betarpiškai, kaip įmanoma trumpesniu atstumu, turi sujungti pagrindinį įėjimą (-us) į statinį su šalia gatvės esančia sankryža, perėja, viešojo transporto stotelėmis, iš kurių tikėtinas didžiausias lankytojų srautas, arba, jei pastarųjų nėra, tiesiog šaligatvių.

Prie visų viešojo naudojimo pastatų ir daugiabučių gyvenamųjų namų turi būti įrengtos vietos žmonėms su negalia pagal STR 2.03.01:2001 „Statiniai ir teritorijos. Reikalavimai žmonių su negalia reikmėms“ (2001) reikalavimus. Šalia automobilių stovėjimo vietos, skirtos žmonėms su negalia, turi būti 1,50 m pločio išlipimo aikštelė. Ši aikštelė gali būti bendra dviem gretimoms stovėjimo vietoms. Atstumas nuo toliausiai esančios žmonėms su negalia skirtos automobilio stovėjimo vietos iki pagrindinio įėjimo į pastatą neturi viršyti 60 m. Jei to įgyvendinti negalima, ne toliau kaip 30 m iki pagrindinio įėjimo turi būti įrengta išlipimo aikštelė.

Garažams ir stovėjimo aikštelėms, kuriose yra iki 50 vietų, galima numatyti tuos pačius įvažiavimus ir išvažiavimus. Esant didesniems garažams ir stovėjimo aikštelėms, būtina numatyti atskirą įvažiavimą ir išvažiavimą arba jie gali būti greta, atskirti skiriamąja juosta, ne siauresne kaip 1,0 m. Garažuose ir stovėjimo

aikštelėse, kuriose yra daugiau kaip 300 vietų, įvažiavimai turi būti nutolę vienas nuo kito ne mažiau kaip per 20 m.

Minimalus praėjimas (takas) pėstiesiems tarp pastato (nepriklausomai nuo jo paskirties) ir automobilio stovėjimo vietos gatvėje, įvertinus šoninę apsaugos zoną turi būti ne mažesnis kaip 1,5 m.

2.7.3. Želdynai ir aikštelės

Daugiabučio gyvenamojo namo sklype turi būti numatytas plotas želdynams su vaikų žaidimo ir sporto aikštelėmis, ramaus poilsio vietomis vyresnio amžiaus ir neįgaliems žmonėms. Kitų paskirčių žemės sklypuose yra reglamentuojamas minimalus želdynų plotas. Želdynai sklypuose numatomi siekiant gerinti aplinkos kokybę, tenkinti visuomenės sveikos gyvensenos poreikius, palaikyti teritorijos ekologinį stabilumą. Reikalavimai dėl želdynų netaikomi sklypams, esantiems senamiesčiuose, miestų centro susiklosčiusioje užstatymo zonoje, tačiau esamų želdynų plotas, atitinkantis normas tuose sklypuose, neturi būti mažinamas. Priklausomųjų želdynų norma (plotas) nustatoma procentais nuo žemės sklypo, kuriam želdynai priklauso, ploto, atsižvelgiant į želdynų funkcijų (ekologinę, rekreacinę, sveikatingumą, estetinę) svarbą tame žemės sklype. Priklausomųjų želdynų plotams nepriskiriami plotai:

- a) užstatymo;
- b) pravažiavimų, šaligatvių ir nuogrindų (įrenginių, skirtų vandens pašalinimui nuo statinių ir jų konstrukcijų);
- c) požeminių garažų antžeminės dalies, jei joje natūraliame grunte neauga medžiai ir krūmai;
- d) sporto aikštynų ir sporto aikštelių.

Priklausomųjų želdynų norma (plotas) procentais nuo žemės sklypo ploto pateikta Priklausomųjų želdynų normų (plotų) nustatymo tvarkos apraše (2014). Kelios iš tyrimui aktualių pozicijų dėl priklausomųjų želdynų normos (ploto) procentais pateiktos 2.11 lentelėje.

Daugiabučio gyvenamojo namo sklype turi tilpti vaikų žaidimo aikštelė. Tam gali būti naudojamas želdynų plotas. Projektuojamos vaikų žaidimo aikštelės plotas turi būti ne mažesnis kaip $1 \times b$, m^2 (čia b – butų skaičius). Minimalus leistinas projektuojamos vaikų žaidimo aikštelės plotas turi būti ne mažesnis kaip $50 m^2$.

2.11 lentelė. Priklausomųjų želdynų norma (plotas) procentais nuo žemės sklypo ploto (Priklausomųjų želdynų normų (plotų) nustatymo tvarkos aprašas 2014)

Table 2.11. Standard appurtenant green area in percentage of the total area of the site (Description of Determining the Standard Size of Appurtenant Green Areas, 2014)

Žemės sklypo naudojimo būdas	Žemės sklypų paskirtis	Želdynų, įskaitant vejas ir gėlynus, plotas nuo viso žemės sklypo ploto, %
Vienbučių ir dvibučių gyvenamųjų pastatų teritorijos	Žemės sklypai, skirti vieno ar dviejų butų gyvenamosios paskirties pastatams su pagalbinio ūkio paskirties pastatais	25
Daugiabučių gyvenamųjų pastatų teritorijos	Žemės sklypai, skirti trijų ir daugiau butų (daugiabučiams) gyvenamosios paskirties pastatams ir įvairių socialinių grupių (bendrabučiai, vaikų namai, prieglaudos, globos namai, šeimos namai, vienuolynai) gyvenamiesiems pastatams su pagalbinio ūkio paskirties pastatais	30
Visuomeninės paskirties teritorijos	Žemės sklypai, skirti mokslo paskirties pastatams:	
	vaikų darželiams, lopšeliams	60
	bendrojo lavinimo mokykloms	50
	Žemės sklypai, skirti valstybės ir savivaldybės institucijų, kitų iš valstybės ar savivaldybės biudžetų išlaikomų įstaigų administraciniam pastatams ir jų funkcijoms vykdyti; religinės paskirties pastatams ir religinių bendruomenių ir bendrijų veiklai; kultūros paskirties pastatams ir kitiems pastatams visuomeninės paskirties teritorijose	15
Komercinės paskirties objektų teritorijos	Žemės sklypai, skirti viešbučių paskirties pastatams; administracinės paskirties (išskyrus valstybės ir savivaldybės institucijų, kitų iš valstybės ar savivaldybių biudžetų išlaikomų įstaigų administraciniam pastatams) pastatams; prekybos paskirties pastatams	15

Vaikų žaidimo aikštelės projektiniai sprendiniai turi tenkinti saugos reikalavimus. Vaikų žaidimo aikštelė turi būti projektuojama ne arčiau kaip 10 m nuo

buitinių atliekų ir antrinių žaliavų surinkimo kontenerių aikštelių, automobilių stovėjimo aikštelių ir gatvių. Vaikų žaidimų aikštelių insoliacijos laikas lygiadieniais (03.22 ir 09.22) turi būti ne trumpesnis kaip 3 valandos, miestų centrinėse dalyse – ne trumpesnis kaip 2,5 valandos (STR 2.02.01:2004).

2.7.4. Dviračių saugykla

Prie kiekvieno naujai statomo ar rekonstruojamo statinio turi būti įrengta dviračių saugykla (STR 2.06.04:2014). Dviračių stovėjimo vietos įrengiamos naujai statomo ar rekonstruojamo pastato sklype, gatvėje ar valstybinėje žemėje, pagal savivaldybės išduotas sąlygas. Atstumas nuo dviračių stovėjimo vietų iki įėjimo į statinį neturi viršyti 50 m. Dviračių stovėjimo vietų skaičius turi būti ne mažesnis, nei nurodyta 2.12 lentelėje. Dviračių statymo vietos įrengiamos vadovaujantis STR 2.06.04:2014 pateiktais reikalavimais.

2.12 lentelė. Dviračių stovėjimo vietų minimalus skaičius (STR 2.06.04:2014)

Table 2.12. Minimum number of bicycle parking spaces (STR 2.06.04:2014)

Eil. Nr.	Pastatai	Minimalus stovėjimo vietų skaičius
1.	Administracinės, visuomeninės įstaigos, biurai	1 vieta 250 m ² pagrindinio ploto
2.	Bendrojo lavinimo, profesinės ir aukštosios mokyklos, kitos mokslo įstaigos	1 vieta 20 moksleivių (studentų)
3.	Prekybos centrai ir parduotuvės, kurių naudingas plotas neviršija 5000 m ²	1 vieta 200 m ² pagrindinio ploto
4.	Prekybos centrai ir parduotuvės, kurių naudingas plotas viršija 5000 m ²	1 vieta 300 m ² pagrindinio ploto
5.	Ligoninės	1 vieta 1000 m ² pagrindinio ploto
6.	Stadionai ir sporto arenos	1 vieta 85 m ² naudingo tribūnų ploto
7.	Daugiabučiai gyvenamieji namai	1 vieta 5 butų
8.	Teatrai, kinoteatrai, koncertų salės	1 vieta 85 m ² pagrindinio ploto
9.	Geležinkelio, autobusų stotys	1 vieta 1000 gyventojų

Daugiabučiuose gyvenamuosiuose pastatuose dviračių saugyklą galima patalpinti požeminėje ir/ar antžeminėje pastato erdvėje, priestate (STR 2.02.01:2004).

2.7.5. Vieta buitiniams atliekoms laikinai sandėliuoti

Buitinių atliekų laikino sandėliavimo vieta turi būti projektuojama ir įrengiama ne arčiau, kaip 10 m nuo vaikų žaidimo aikštelės, 10 m nuo daugiabučio pastato langų ir durų ir ne arčiau kaip 3 metrai iki sklypo ribos. Šis atstumas nereikalingas, jeigu projektuojamo ir gretimo namo buitinių atliekų aikštelės liečiasi per sklypų atitvarą. Aikštelės turi būti įrengiamos prie įvažiavimų į sklypą. Jeigu įrengiama vieta buitiniams atliekoms laikinai sandėliuoti pastato sklype aikštelė turi būti aptverta ne mažesnio kaip 1,2 m aukščio aptvaru iš trijų pusių. Likusi dalis skirta prieiti prie konteinerių. Priėjimas turi būti pritaikytas žmonėms su negalia ir atliekų automobiliams privažiuoti ir apsisukti. Aikštelės dydis ir laikomas konteinerių skaičius nustatomas, įvertinant pastato projektuojamą butų ir gyventojų skaičių, jeigu pastatas mišrus, – dirbančiųjų skaičių, jų veiklos pobūdį ir intensyvumą, savivaldybės ar jos įgaliotos institucijos nustatytus reikalavimus buitinių atliekų surinkimo sistemai (konteinerių tipai, dydžiai, rūšiavimo prievolė, išvežimo būdai). Aikštelės dangos nuolydis ne didesnis kaip 2%. Aikštelės nuolydis ir latakai formuojami taip, kad vanduo kuo trumpiausiu keliu patektų į trapus. Vietą buitiniams atliekoms sandėliuoti galima numatyti ir specialiai įrengtose daugiabučio gyvenamojo namo patalpose (STR 2.02.01:2004).

2.7.6. Inžinerinių sistemų statiniai (transformatorinės ir kita)

Planuojant sklypą reikia įvertinti aplinkybes, kad sklype gali prireikti įrengti transformatorines ar kitus inžinerinius statinius. Vieta šiems statiniams ar tinklams įprastai būna numatyta teritorijų planavimo dokumente.

2.7.7. Servitutai

Sklypo projekte turi būti įvertinti sklypo servitutai (STR 2.02.01:2004). Servitutas – tai teisė į svetimą nekilnojamąjį daiktą, suteikiama naudotis tuo svetimu daiktu (tarnaujančiuoju daiktu), arba to daikto savininko teisės naudotis daiktu apribojimas, siekiant užtikrinti daikto, dėl kurio nustatomas servitutas (viešpataujanciojo daikto), tinkamą naudojimą (CK 4.111 str. 1 d.). Gali būti nustatomi servitutai, suteikiantys teisę tiesti požemines ir antžemines komunikacijas, aptarnauti jas bei jomis naudotis, taip pat kiti servitutai (CK 4.123 str.). Gali būti nustatomas statinių servitutas, suteikiantis teisę atremti viešpataujantįjį statinį į tarnaujantįjį daiktą arba pritvirtinti prie jo, įtvirtinti į tarnaujančiojo statinio sieną (konstrukciją) kables ir kitokius pritvirtinimo dalykus bei naudotis jais, statyti ar montuoti statinių dalis, pakibusias virš tarnaujančiojo sklypo ar statinio, uždrausti tarnaujančiojo sklypo savininkui statyti statinius, kurie užstotų šviesą ar esamą vietovaizdį, taip pat atlikti kitus įstatymų neuždraustus veiksmus ar reikalauti iš

tarnaujančiojo daikto savininko, kad jis susilaikytų nuo konkrečių veiksmų atlikimo (CK 4.122 str.).

LR Civiliniame kodekse (2000) numatyta, kad kelio servitutu gali būti nustatoma teisė naudotis pėsčiųjų taku, antžeminėms transporto priemonėms skirtu keliu ir taku galvijams varyti (CK 4.117 str.). Kai kelio servitutu suteikiama teisė naudotis pėsčiųjų taku, papildomai nenustatant galimybės pasinaudoti juo kitais tikslais ir nenustatant naudojimosi juo apribojimų, laikoma, kad tokiu pėsčiųjų taku gali eiti pėstieji, važiuoti dviračiais, neturintys variklių, ir gali būti vedami už pasaito galvijai. Jeigu nustatant kelio servitutą, suteikiantį teisę naudotis pėsčiųjų taku, nenustatomas pėsčiųjų tako plotis ir jo neįmanoma nustatyti pagal anksčiau buvusį taką, jei toks buvo, laikoma, kad galima naudotis vieno metro pločio taku (CK 4.118 str. 1, 2 d.). Kai kelio servitutu suteikiama teisė važiuoti transporto priemonėmis, papildomai nenustatant galimybės pasinaudoti juo kitais tikslais ir nenustatant naudojimosi juo apribojimų, laikoma, kad tokiu keliu galima važiuoti įvairiomis transporto priemonėmis ir naudotis kaip pėsčiųjų taku. Jeigu nustatant kelio servitutą, suteikiantį teisę važiuoti transporto priemonėmis, nenustatomas kelio plotis ir jo neįmanoma nustatyti pagal anksčiau buvusį kelią, jei toks buvo, laikoma, kad galima naudotis keturių metrų pločio keliu. Tais atvejais, kai tikėtina, kad toks kelias gali būti naudojamas važiuoti specialiomis plačių gabaritų mašinomis, žemės sklypo, kuriam nustatytas kelio servitutas, suteikiantis teisę važiuoti transporto priemonėmis, savininkas neturi teisės sodinti krūmų ir medžių arčiau kaip trys metrai nuo kelio kraštų (CK 4.119 str. 1, 2 d.).

Kai kelio servitutu suteikiama teisė varyti galvijus, papildomai nenustatant galimybės naudotis juo kitais tikslais bei nenustatant naudojimosi juo apribojimų, laikoma, kad tokiu keliu (taku) galima tik varyti galvijus bei servituto turėtojai naudotis juo kaip pėsčiųjų taku. Kelio servituto suteikta teisė varyti galvijus nesuteikia teisės ganyti galvijus šalikelėse ar ant tako ir šalia jo. Jeigu nustatant kelio servitutą, suteikiantį teisę varyti galvijus, nenustatomas kelio (tako) plotis ir jo neįmanoma nustatyti pagal anksčiau buvusį kelią (taką), jei toks buvo, laikoma, kad galima naudotis keturių metrų pločio keliu (taku) (CK 4.120 str. 1–3 d.). Kai kelio servitutu suteikiama teisė naudotis pėsčiųjų taku, antžeminėms transporto priemonėms skirtu keliu ar taku galvijams varyti, nenustatant kelio (tako) vietos ir krypties, laikoma, kad suteikiama teisė naudotis esamu keliu (taku), o jei jo nėra, – anksčiau buvusiu keliu (taku), o jei jo nebuvo arba negalima nustatyti jo vietos ir krypties, kelio (tako) vietą ir kryptį turi teisę parinkti daikto savininkas, esant galimybei laikydamasis nuostatos, kad parenkama vieta kiek įmanoma labiau atitiktų kelio (tako) reikalavimus (CK 4.121 str.). Servitutai įprastai būna numatyti teritorijų planavimo dokumente.

2.8. Antrojo skyriaus išvados

1. Apibrėžta sklypo užstatymo erdvinio planavimo samprata: sklypo užstatymo erdvinis planavimas – tai pastato ir jį supančios aplinkos planavimas skaitmeninėje 3D aplinkoje, panaudojant šiuolaikines kompiuterines technologijas ir sukuriant virtualų modelį, su kuriuo galima imituoti įvairiausias realias situacijas, elgtis lyg su realiu bei nustatyti suplanuoto pastato ir sklypo atitiktį privalomiesiems reikalavimams.
2. Siekiant pastato planavimą, o tuo pačiu ir pastato statybą padaryti mažiau rizikingą, šiuo metu esantį planavimo etapą siūloma iš dalies pakeisti sklypo užstatymo erdvinio planavimo etapu. Tam būtų reikalingi skaitmeniniai 3D formatu parengti teritorijų planavimo dokumentai, atitinkamu formatu surinkta ir parengta visa statybos reikalavimų normatyvinė bazė. Tyrimo metu pasiūlyta sklypo užstatymo erdvinio planavimo sąsajos su teritorijų planavimo dokumentais ir teisės aktų reikalavimais schema.
3. Nustatyti sklypo užstatymo erdvinį planavimą sudarantys elementai, t. y. 3D skaitmeninis teritorijų planavimo dokumentas, reikalavimų pastato tūriniams sprendiniams sistema, reikalavimų privalomųjų sklypo dalių išskyrimui sistema ir preliminarus pastato tūrinis sprendinys.
4. Atlikus teisės aktų analizę disertacijoje išskirti reikalavimai pastato erdvinio modelio tūriniams sprendiniams. Nustatyta, kad reikalavimai pastato erdvinio modelio tūriniams sprendiniams priklauso nuo planuojamo pastato paskirties ir yra pateikiami teritorijų planavimo dokumentuose, statinių saugos ir paskirties dokumentuose bei kituose teisės aktuose. Dėl reikalavimų gausos ir ribotos disertacijos apimties disertacijoje nagrinėtas tik gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų erdvinis planavimas.
5. Planuojant pastatą būtina numatyti ne tik paties pastato sprendinį, bet ir privalomąsias sklypo dalis. Tai reiškia, kad kiekviename sklype turi būti numatyti priėjimai ir privažiavimai prie pastato, tam tikrą sklypo plotą turi sudaryti želdynai ir kt. Daugiabučių gyvenamųjų namų planavimo atveju labai svarbu numatyti atitinkamo dydžio vaikų žaidimo aikštelę. Visi šie sprendiniai užtikrina tiek pastato gyventojų (naudotojų), tiek visuomeninį interesą.
6. Nustatyta, kad sklypo užstatymo erdvinis planavimas priklauso nuo konkrečios šalies statybų normatyvinės bazės. Tai yra, kokie konkrečiai teisės aktai (įstatymai, statybos techniniai reglamentai, higienos normos, taisyklės ir kt.) ir kaip reglamentuoja statybų procesą konkrečioje šalyje. Kaip žinoma, kiekvienoje šalyje statybų procesas yra reglamentuojamas skirtingai. Todėl yra būtina sudaryti Lietuvos teisinę bazę atitinkantį sklypo užstatymo erdvinio planavimo koncepcinį modelį.

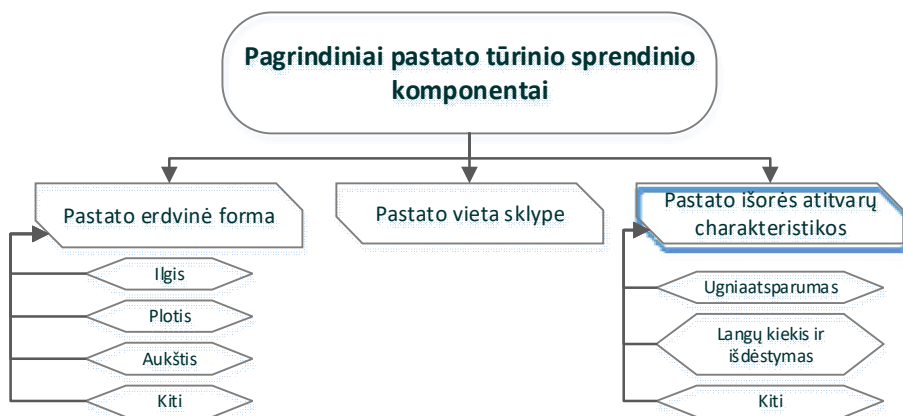
Sklypo užstatymo erdvinio planavimo koncepcija

Šiame skyriuje analizuojami ir aprašomi pagrindiniai pastato tūrinio sprendinio komponentai, pristatomas sukurtas sklypo užstatymo erdvinio planavimo koncepcinis modelis, algoritmas, skirti Lietuvos statybos sektoriui. Taip pat pateiktas koncepcinio modelio praktinio pritaikymo pavyzdys naudojant Matlab ir dirbtinius neuroninius tinklus.

Šio skyriaus tematika autorė kartu su bendraautoriais paskelbė tris publikacijas (Peckienė 2015; Komarovska *et al.* 2015a; Ustinovičius *et al.* 2017).

3.1. Pastato tūrinis sprendinys

Kaip buvo nustatyta antrajame skyriuje, sklypo užstatymo erdvinio planavimo metu pirmiausia parenkama pastato vieta sklype, pastato erdvinė forma, pagrindinės išorės atitvarinių konstrukcijų (sienų, langų, stogo) medžiagos (3.1 pav.). Todėl atitinkami sprendiniai turi būti parinkti tinkamu formatu.



3.1 pav. Pagrindiniai pastato tūrinio sprendinio komponentai (sudaryta autorės)

Fig. 3.1. Main components of a building's spatial model (author created)

Toliau 3.1 paveiksle nurodyti pastato tūrinio sprendinio komponentai aptariami plačiau.

3.1.1. Pastato vieta sklype

Pastato vieta sklype yra pastato projekcija į žemės paviršių (plokštumą), nuo sklypo kraštinių nutolusi tam tikru numatytu (suplanuotu) atstumu. Be jokios abejonės tai yra labai svarbus ir vienas iš pagrindinių projekto sprendinių. Nuo pastato vietos sklype priklauso, ar nepabloginsime trečiųjų asmenų gyvenimo sąlygų, ar užtikrinsime reikiamą pastato insoliaciją, apsaugą nuo triukšmo, gaisro, ar pastatų ir sklypų bus patogų naudotis, juos prižiūrėti ir kt. Nuo pastato vietos sklype taip pat priklauso įvairių inžinerinių tinklų prijungimo sprendiniai ir galimybės.

3.1.2. Pastato erdvinė forma

Erdvė turi tris matmenis arba dimensijas – ilgį, plotį ir aukštį. Pastatas, kaip ir kiekvienas kitas kūnas yra trijų dimensijų, erdvinis. Pagrindinės geometrinės formos plokštumoje yra trikampis, keturkampis (kvadratas, stačiakampis, rombas), penkiakampis, šešiakampis, apskritimas, elipsė. Pagrindiniai erdviniai kūnai yra piramidė, prizmė, kubas, stačiakampis gretasienis, ritinys, kūgis, rutulys.

Pastatas gali turėti vienos ar kelių erdvininių formų bruožų. Planuojant pastatą iš pradžių gali būti sunku nuspręsti, kokios formos jis turėtų būti. Todėl turi būti

sudarytos galimybės greitai ir nesunkiai keisti vieną pasirinktą erdvinę formą kita ir taip pasirinkti planuotojui labiausiai priimtina pastato erdvinę formą. Atsižvelgiant į tai, pastato erdvinė forma jo erdviniam modelyje turi būti aprašoma paprastai. Tai reiškia, kad netinka pastato formą aprašyti trimatėmis koordinatėmis. Koordinačių nustatymas, įvedimas, keitimas užima daug laiko ir yra nepatogus naudoti. Koordinatės tampa reikalingos jau vėliau, kai yra priimtas sprendimas dėl pastato erdvinės formos pasirinkimo ir reikia tiksliai nurodyti pastato padėtį erdvėje.

Programinėje įrangoje turi būti pagrindinių siūlomų erdvinių formų biblioteka. Planavimo etape siekiant apsispręsti dėl pastato erdvinės formos šios bibliotekos turinio ir detalumo turėtų visiškai pakakti. Pastato projektavimo etape pasirinkta forma galėtų būti modifikuojama taip, kad nesikeistų pagrindiniai išoriniai ilgio, pločio, aukščio ar kiti matmenys.

3.1.3. Pastato išorės atitvarų charakteristikos

Statybos techniniame reglamente STR 2.05.20:2006 „Langai ir išorinės įėjimo durys“ (2006) yra apibrėžta atitvaros sąvoka: atitvara – pastato elementas, skiriančis patalpas nuo išorės arba nuo kitų patalpų, kai oro temperatūrų skirtumas abiejose atitvaros pusėse didesnis negu $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pastato planavimo etape sudarant pastato erdvinį modelį yra svarbios šios išorės atitvarinių konstrukcijų savybės:

- ugniaatsparumas;
- langų kiekis ir išdėstymas.

Šios charakteristikos yra svarbios įvertinant gaisrinės saugos klausimus, insoliacijos, apsaugos nuo triukšmo ir automobilių stovėjimo aikštelių išdėstymo klausimus.

Ugniaatsparumas. Statinio konstrukcijų elementų atsparumas ugniai, vadovaujantis LST EN 13501 serijos standartu, nusako statinio konstrukcijų elementų gebėjimą gaisro metu tam tikrą laiką išlaikyti apkrovas – R, vientisumą (sandarumą) – E, izoliacines savybes – I, I_1 , I_2 , spinduliavimą, kai statybos produkto izoliacinės savybės priklauso nuo spinduliavimo perduodamos šilumos – W, atsparumą mechaniniam poveikiui, kai nagrinėjamas konkretus mechaninis poveikis – M, gebą užsidaryti durims (užsklandoms ir pan.) su savaiminio užsidarymo mechanizmais – C0, C1, C2, C3, C4, C5, dūmų plitimo ribojimą konstrukcijų elementams, skirtiems dūmų plitimui riboti – S_a ir S_m . Gaisro prevencijai keliamas reikalavimas, kad statiniai būtų suprojektuoti, pastatyti, įrengti ir naudojami taip, kad gaisro kilimo pavojus juose būtų kuo mažesnis. Projektuojant, statant ir naudojant statinius turi būti vertinamas gaisro pavojus iš išorės (Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai 2010).

Kriterijų simboliai, papildyti bandant pagal standartinę temperatūros ir laiko kreivę nustatytais funkcionalumo išsaugojimo laiko charakteristikomis (minutėmis), yra statybos produkto atsparumo ugniai klasės žymuo. Klasės išreiškiamos taip:

- apkrovas laikantiems elementams:
 - REI – laikas (minimalus laikas, per kurį tenkinami visi reikalavimai (geba išlaikyti apkrovas, vientisumą (sandarumą) ir izoliacinės savybės);
 - RE – laikas (minimalus laikas, per kurį tenkinamos dvi savybės – geba išlaikyti apkrovas ir vientisumą);
 - R – laikas (minimalus laikas, per kurį tenkinama geba išlaikyti apkrovas);
- apkrovų nelaikantiems elementams:
 - EI – laikas (minimalus laikas, per kurį yra tenkinamos dvi savybės – vientisumas (sandarumas) ir izoliacinės savybės);
 - E – laikas (minimalus laikas, per kurį tenkinama vientisumo (sandarumo) savybė).

Gebos išlaikyti funkcionalumą laikas (minutėmis) yra išreiškiamas vienu iš šių skaičių: 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240, 360. Klases galima apibrėžti: REI 15, REI 30, REI 45, RE 15, RE 30, R 15, R 30 ir kt. Statybos produktų klasifikacija gali būti išplečiama tokiomis savybėmis:

- W – spinduliavimo, kai statybos produkto izoliacinės savybės priklauso nuo spinduliavimu perduodamos šilumos;
- M – atsparumo mechaniniam poveikiui, kai nagrinėjamas konkretus mechaninis poveikis;
- C – durims (užsklandoms ir pan.) su savaiminio užsidarymo mechanizmais;
- S – dūmų plitimo ribojimo elementams, skirtiems riboti dūmų plitimą (Statybos techninis reglamentas STR 2.01.01(2):1999... 1999).

Langų kiekis ir išdėstymas. Nuo langų kiekio priklauso pastato išorės atitvarų gaisrinė sauga, patalpų insoliacija ir apsauga nuo triukšmo. Nuo langų išdėstymo taip pat priklauso automobilių stovėjimo aikštelių įrengimo vietos.

Langų užpildų atsparumas ugniai nenormuojamas, išskyrus angų užpildus priešgaisrinėse užtvartose ir teisės aktais nustatytus atvejus (pvz., kai pastatai blokuojami kampu). Angų užpildų atsparumas ugniai parenkamas atsižvelgiant į priešgaisrinės užtvartos atsparumą ugniai ir jos kriterijus (Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai 2010).

Insoliacija – teritorijos, pastato ir patalpų apšvitinimas tiesioginiais saulės spinduliais. Reikalavimai patalpų natūraliam apšvietimui yra skirtingi priklauso- mai nuo pastato paskirties. Pavyzdžiui, gyvenamosioms patalpoms yra nustatytas

minimalus langų įstiklinto paviršiaus ir patalpos grindų ploto santykis. Taip pat yra nustatyti reikalavimai patalpų bendros insoliacijos laikui per dieną.

Langai pagal ore sklindančio garso izoliavimo savybes skirstomi į klases A, B, C, D, E ir „neklasifikuojama“. Langų garso izoliavimo klasės nustatomos laboratoriniais matavimais pagal LST EN ISO 140-3 ir įvertinamos pagal LST EN ISO 717-1. Langų oro garso izoliavimo savybės turi tenkinti STR 2.01.07:2003 „Pastatų vidaus ir išorės aplinkos apsauga nuo triukšmo“ (2003) reikalavimus.

Teisės aktuose yra reglamentuoti atstumai nuo automobilių stovėjimo aikštelių iki gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų langų. Tai reiškia, kad automobilių stovėjimo aikštelės įrengimo galimybės priklauso nuo to, ar pastato išorės atitvaroje, priešais kurią planuojama automobilių stovėjimo aikštelė, yra langų.

3.2. Sklypo užstatymo erdvinio planavimo koncepcinio modelio sudarymas

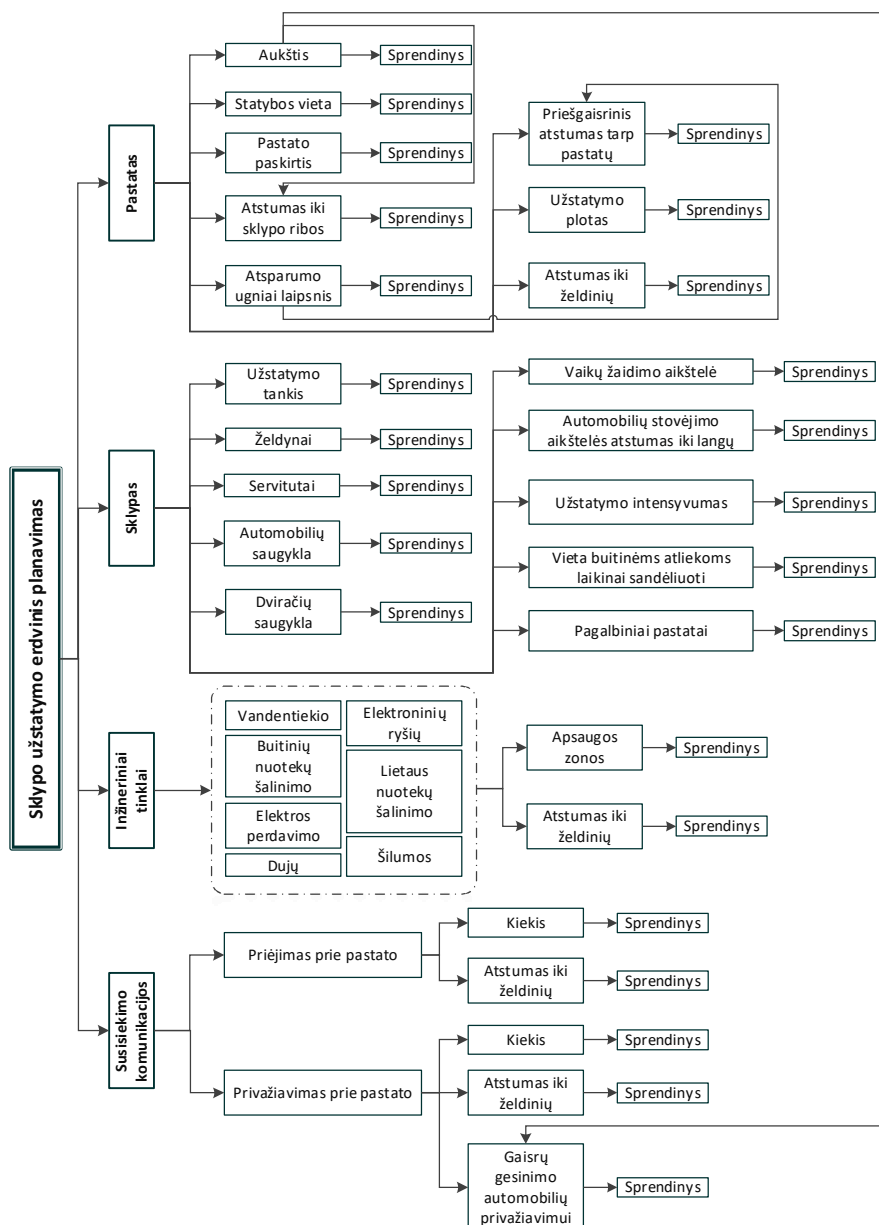
Tyrimo metu apžvelgus teisės aktų ir kitus reikalavimus nustatyta, kad sklypo užstatymo erdvinio planavimo modelį sudaro keturios pagrindinės sprendinių grupės:

- pastato sprendiniai;
- sklypo sprendiniai;
- inžinerinių tinklų sprendiniai;
- susisiekimo komunikacijų sprendiniai.

Planuojant pastatą ir sklypą tam tikri sprendimai turi būti priimti kiekvienoje iš paminėtų grupių. Detali sklypo užstatymo erdvinio planavimo sprendinių schema parodyta 3.2 paveiksle.

Kaip jau minėta, atliekant sklypo užstatymo erdvinį planavimą kiekvienoje iš paminėtų grupių ir pogrupių turėtų būti priimamas tam tikras sprendinys. Toliau turi būti patikrinama šio sprendinio atitiktis teisės aktų ir teritorijos planavimo dokumento reikalavimams. Pažymėtina, kad sklypo užstatymo erdvinio planavimo galutinis sprendinys yra tinkamas tik vieninteliu atveju – jeigu yra tinkami visi tarpiniai sprendiniai. Tyrimo metu sudaryta sklypo užstatymo erdvinio planavimo sprendinių aibė parodyta 3.1 lentelėje.

Pastato aukštis. Teritorijų planavimo dokumente yra nustatyti leidžiami mažiausias ir didžiausias pastato aukščiai. Planuojant pastatą pasirenkamas (numatomas) pastato aukštis. Programa patikrina, ar pasirinktas pastato aukštis yra leidžiamo pastato aukščio intervalo ribose. Jei numatytas pastato aukštis yra leidžiamo aukščio intervalo ribose – sprendinys tinkamas, jei mažesnis arba didesnis negu leidžiamas – sprendinys netinkamas.



3.2 pav. Sklypo užstatymo erdvinio planavimo koncepcinis modelis
(sprendinių schema) (sudaryta autorės)

Fig. 3.2. Concept model for site and building spatial planning (diagram of solutions)
(author created)

Pastato statybos vieta. Teritorijų planavimo dokumente yra nurodyta statybos zona ir riba. Kai kuriais atvejais nurodoma ir statybos linija. Planuojant pastatą parenkama jo statybos vieta – projekcija į žemės paviršių. Programa patikrina, ar numatyta pastato statybos vieta yra statybos zonoje, t. y. ar pastato projekcijos plotas ir statybos zonos plotas persidengia visiškai, ar pastato projekcijos nėra viena iš kraštinių nekerta numatytos statybos ribos kraštinių. Jei pastato projekcija yra statybos zonoje ir nekerta statybos ribos – sprendinys tinkamas, priešingu atveju – sprendinys netinkamas. Jei teritorijų planavimo dokumente yra numatyta statybos linija, patikrinama, ar pastato gatvės fasado projekcija sutampa su statybos linija. Jei pastato gatvės fasado projekcija sutampa su statybos linija – sprendinys tinkamas, jei nesutampa – sprendinys netinkamas.

Pastato atstumas iki sklypo ribos. Minimalus reikalingas pastato atstumas iki sklypo priklauso nuo numatyto pastato aukščio. Esant pastato aukščiui iki 8,5 m, atstumas iki sklypo ribos turi būti ne mažesnis, negu 3 m. Esant pastato atstumui daugiau, negu 8,5 m, mažiausias atstumas iki sklypo ribos apskaičiuojamas pagal formulę: $a(reik) = 3 + (H - 8,5) \times 0,5$, kur H – faktinis pastato aukštis. Pastatas yra planuojamas tam tikru atstumu iki sklypo ribos. Programa, įvertindama numatytą pastato aukštį, patikrina, ar suplanuotas atstumas iki sklypo ribos yra pakankamas. Jei atstumas iki sklypo ribos yra mažesnis, negu reikalingas – sprendinys netinkamas. Jei atstumas iki sklypo ribos yra lygus arba didesnis, negu reikalingas – sprendinys tinkamas.

Pastato atstumas iki medžių. Teritorijų planavimo dokumente yra parodyti saugotini želdiniai (medžiai). Planuojant pastatą parenkama jo statybos vieta – projekcija į žemės paviršių, t. y. pastatas planuojamas tam tikru atstumu iki medžių. Programa, įvertindama numatytą pastato statybos vietą, patikrina, ar suplanuotas atstumas iki medžių kamienų yra pakankamas. Jei atstumas iki medžių kamienų yra mažesnis, negu reikalingas – sprendinys netinkamas. Jei atstumas iki medžių kamienų yra lygus arba didesnis, negu reikalingas – sprendinys tinkamas.

Priešgaisrinis atstumas tarp pastatų. Priešgaisrinis atstumas tarp pastatų priklauso nuo pastatų atsparumo ugniai laipsnio – I (didžiausias atsparumo ugniai laipsnis), II arba III. Kuo mažesnis pastatų atsparumas ugniai, tuo didesnis tarp jų turi būti atstumas. Pastatas yra planuojamas tam tikru atstumu nuo kaimyninių sklypų. Planuojamo pastato ir kaimyniniuose sklypuose esančių pastatų atsparumo ugniai laipsnis yra žinomas. Programa, įvertindama planuojamo pastato ir kaimyninių pastatų atsparumą ugniai, patikrina, ar planuojamas pastatas nėra per arti kaimyninių, jau esančių, pastatų. Jei atstumas iki kurio nors kaimyninio pastato yra mažesnis, negu reikalingas – sprendinys netinkamas. Jei atstumas yra lygus reikalaujamam arba didesnis – sprendinys tinkamas.

3.1 lentelė. Sklypo užstatymo erdvinio planavimo sprendinių aibė (sudaryta autorės)
Table 3.1. Set of site and building spatial planning solutions (author created)

Sprendi- nys	Reikšmė		Sąlyga	Rezultatas	Pastabos
	Nuo	Iki			
Pastato aukštis H, m	m	n	$H < m$	Sprendinys netinkamas	
			$m \leq H \leq n$	Sprendinys tinkamas	
			$H > n$	Sprendinys netinkamas	
Pastato statybos vieta	Pastato vieta apibrėžiama kaip projekcija į žemės paviršių (plotas)		Pastatas yra statybos zonoje, statybos ribose	Sprendinys tinkamas	
			Pastato kraštinės kerta statybos zonos ribas	Sprendinys netinkamas	
			Gatvės fasado projekcija sutampa su statybos linija	Sprendinys tinkamas	Ši sąlyga tikrinama tuomet, kai teritorijų planavimo dokumente būna nurodyta statybos linija
			Gatvės fasado projekcija nesutampa su statybos linija	Sprendinys netinkamas	
Pastato atstumas iki sklypo ribos A, m	3		Jei $H \leq 8,5$ m ir $A < 3$ m	Sprendinys netinkamas	
			Jei $H \leq 8,5$ m ir $A \geq 3$ m	Sprendinys tinkamas	
	$a_{(reik)} = 3 + (H - 8,5)$		Jei $H > 8,5$ m ir $A < a_{(reik)}$ m	Sprendinys netinkamas	
			Jei $H > 8,5$ m ir $A \geq a_{(reik)}$ m	Sprendinys tinkamas	
Priešgaisrinis atstumas tarp pastatų, m	6–15		Atstumas tarp pastatų < 6 m	Sprendinys netinkamas	Atstumas tarp pastatų negali būti mažesnis, kaip 6 metrai
			Atstumas tarp planuojamo I laipsnio ir esančio II laipsnio pastato yra < 8 m	Sprendinys netinkamas	Atstumas tarp planuojamo I laipsnio ir esančio II laipsnio pastato turi būti ne mažesnis kaip 8 m
			
			Atstumas tarp planuojamo II laipsnio ir esančio II laipsnio pastato yra ≥ 8 m	Sprendinys tinkamas	Atstumas tarp planuojamo I laipsnio ir esančio II laipsnio pastato turi būti ne mažesnis kaip 8 m
			Atstumas tarp pastatų ≥ 15 m	Sprendinys tinkamas	

3.1 lentelės tęsinys
Continuation of Table 3.1

Sprendi- nys	Reikšmė		Sąlyga	Rezultatas	Pastabos
	Nuo	Iki			
Pastato atstumas iki medžių, m	5		Atstumas nuo pastato fasado iki medžio kamieno < 5 m	Sprendinys netinkamas	
			Atstumas nuo pastato fasado iki medžio kamieno ≥ 5 m	Sprendinys tinkamas	
Sklypo užstatymo tankis UT, vnt. dal.		z	$UT \leq z$	Sprendinys tinkamas	
			$UT > z$	Sprendinys netinkamas	
Želdynų plotas Z, proc.	8–60		$Z < 8$ proc.	Sprendinys netinkamas	Želdynų plotas priklauso nuo sklypo naudojimo būdo ir pobūdžio, tačiau bet kuriuo atveju negali būti mažesnis, negu 8 proc.
			Daugiaaukščio gyvenamojo namo sklype želdynų plotas $Z < 30$ proc.	Sprendinys netinkamas	
			
			Ligoninės sklype želdynų plotas $Z \geq 45$ proc.	Sprendinys tinkamas	
			$Z \geq 60$ proc.	Sprendinys tinkamas	Želdynų plotas priklauso nuo sklypo naudojimo būdo ir pobūdžio, tačiau bet kuriuo atveju, jei želdynai užima daugiau kaip 60 proc. sklypo ploto – sprendinys yra tinkamas

3.1 lentelės tęsinys
Continuation of Table 3.1

Sprendi- nys	Reikšmė		Sąlyga	Rezultatas	Pastabos
	Nuo	Iki			
Servitutai	Servitūtų vieta apibrėžiama kaip žemės paviršiaus plotas		Pastato projekcija (plotas) nepersidengia su servitūtų plotu	Sprendinys tinkamas	
			Pastato projekcija (plotas) persidengia su servitūtų plotu	Sprendinys netinkamas	
Vaikų žaidimo aikštelė (reikalavimai taisykloms tik daugiabučių gyvenamųjų namų statybos sklypams)	50m ²		Plotas < 50 m ²	Sprendinys netinkamas	
			Plotas ≥ 50 m ²	Sprendinys tinkamas	Tikslus aikštelės plotas nustatomas detalaus projektavimo metu
	10 m		Atstumas < 10 m	Sprendinys netinkamas	
			Atstumas ≥ 10 m	Sprendinys tinkamas	
	2,5–3val.		Insoliacija < 2,5 val.	Sprendinys netinkamas	Reikalavimai taisykloms miestų centrinėse dalyse esantiems sklypams
			Insoliacija ≥ 2,5 val.	Sprendinys tinkamas	
			Insoliacija < 3 val.	Sprendinys netinkamas	Reikalavimai taisykloms visiems kitiems sklypams
			Insoliacija ≥ 3 val.	Sprendinys tinkamas	
Dviračių saugykla	Dviračių saugyklos vieta apibrėžiama kaip žemės paviršiaus plotas		Sklype numatytas plotas dviračių saugyklai	Sprendinys tinkamas	
			Sklype nėra numatytas plotas dviračių saugyklai	Sprendinys netinkamas	Jei sklype plotas dviračių saugyklai nenumatytas, galima nurodyti, kad saugykla įrengiama požeminiame pastato aukšte
Automobilių saugykla	Automobilių saugyklos vieta apibrėžiama kaip žemės paviršiaus plotas		Sklype numatytas plotas automobilių saugyklai	Sprendinys tinkamas	
			Sklype nėra numatytas plotas automobilių saugyklai	Sprendinys netinkamas	Jei sklype plotas automobilių saugyklai nenumatytas, galima nurodyti, kad saugykla įrengiama požeminiame pastato aukšte

3.1 lentelės tęsinys
Continuation of Table 3.1

Sprendi- nys	Reikšmė		Sąlyga	Rezultatas	Pastabos
	Nuo	Iki			
Automo- bilių sto- vėjimo aikštelės atstumas iki langų L, m	10–50		$L < 10 \text{ m}$	Sprendinys netinkamas	Atstumas priklauso nuo sklypo naudo- jimo būdo, automo- bilių vietų skaičiaus, tačiau bet kuriuo at- veju negali būti ma- žesnis, negu 10 m
			
			$L \geq 50 \text{ m}$	Sprendinys tinkamas	
Vieta lai- kinam buitinių atliekų sandėlia- vimui	10 m		Atstumas $< 10 \text{ m}$	Sprendinys netinkamas	Atstumas nuo vaikų žaidimo aikštelės, pastato langų ir durų
			Atstumas $\geq 10 \text{ m}$	Sprendinys tinkamas	
	3 m		Atstumas $< 3 \text{ m}$	Sprendinys netinkamas	Atstumas iki sklypo ribos
			Atstumas $\geq 3 \text{ m}$	Sprendinys tinkamas	
Vanden- tiečio, lietaus ir fekalinės kanaliza- cijos inži- neriniai tinklai	2,5 m nuo vamzdyno ašies		Pastato projekcija persidengia su vamzdyno apsau- gos zonos plotu	Sprendinys tinkamas su pastaba: turi būti gautos tinklus eksploatuojan- čios įmonės sąlygos	Apsaugos zonos dy- dis, jei tinklai įren- giami iki 2,5 m gylio
			Pastato projekcija nepersidengia su vamzdyno apsau- gos zonos plotu	Sprendinys tinkamas	
	5 m nuo vamzdyno ašies		Pastato projekcija persidengia su vamzdyno apsau- gos zonos plotu	Sprendinys tinkamas su pastaba: turi būti gautos tinklus eksploatuojan- čios įmonės sąlygos	Apsaugos zonos dy- dis, jei tinklai įren- giami giliau kaip 2,5 m gylio
			Pastato projekcija nepersidengia su vamzdyno apsau- gos zonos plotu	Sprendinys tinkamas	
	2 m		Atstumas nuo vandentiekio tinklo iki medžio kamieno $< 2 \text{ m}$	Sprendinys netinkamas	Vandentiekio tinklo atstumas iki medžių
			Atstumas nuo vandentiekio tinklo iki medžio kamieno $\geq 2 \text{ m}$	Sprendinys tinkamas	

3.1 lentelės tęsinys
Continuation of Table 3.1

Sprendi- nys	Reikšmė		Sąlyga	Rezultatas	Pastabos	
	Nuo	Iki				
Vanden- tiečio, lietaus ir fekalinės kanaliza- cijos inži- neriniai tinklai	1,5 m		Atstumas nuo nuotekų tinklo iki medžio kamieno < 1,5 m	Sprendinys netinkamas	Nuotekų tinklo ats- tumas iki medžių	
			Atstumas nuo nuotekų tinklo iki medžio kamieno ≥ 1,5 m	Sprendinys tinkamas		
Šilumos tinklai	5 m nuo vamzdyno kraštų		Pastato projekcija persidengia su vamzdyno apsau- gos zonos plotu	Sprendinys netinkamas		
			Pastato projekcija nepersidengia su vamzdyno apsau- gos zonos plotu	Sprendinys tinkamas		
	2 m		Atstumas nuo šilumos tinklo ka- nalo sienelės iki medžio kamieno < 2 m	Sprendinys netinkamas	Šilumos tinklų atstu- mas iki medžių	
			Atstumas nuo šilumos tinklo ka- nalo sienelės iki medžio kamieno ≥ 2 m	Sprendinys tinkamas		
	Dujotie- kis	2 m nuo vamzdyno a- šies		Pastato projekcija persidengia su vamzdyno apsau- gos zonos plotu	Sprendinys netinkamas	
				Pastato projekcija nepersidengia su vamzdyno apsau- gos zonos plotu	Sprendinys tinkamas	
1,5 m			Atstumas nuo du- jotiekio tinklo iki medžio kamieno < 1,5 m	Sprendinys netinkamas	Dujotiekio atstumas iki medžių	
			Atstumas nuo du- jotiekio tinklo iki medžio kamieno ≥ 1,5 m	Sprendinys tinkamas		

3.1 lentelės tęsinys
Continuation of Table 3.1

Sprendi- nys	Reikšmė		Sąlyga	Rezultatas	Pastabos
	Nuo	Iki			
Elektros per- davimo tink- lai (elektros linijos)	2–30 m		Pastato projekcija persidengia su vamzdyno apsau- gos zonos plotu	Sprendinys tinkamas su pastaba: turi būti gautas raštiškas tinklus eksplo- tuojančios įmonės lei- dimas	Oro linijų apsaugos zona priklauso nuo linijos įtampos, ta- čiau bet kuriuo at- veju negali būti ma- žesnis, negu 2 m
			
			Pastato projekcija nepersidengia su vamzdyno apsau- gos zonos plotu	Sprendinys tinkamas	
	1 m		Pastato projekcija persidengia su vamzdyno apsau- gos zonos plotu	Sprendinys tinkamas su pastaba: turi būti gautas raštiškas tinklus eksplo- tuojančios įmonės lei- dimas	Požeminės kabelių linijos apsaugos zona yra po 1 metru nuo linijos konst- rukcijų kraštinių taškų
			Pastato projekcija nepersidengia su vamzdyno apsau- gos zonos plotu	Sprendinys tinkamas	
	2 m		Atstumas nuo elektros tinklų iki medžio kamieno < 2 m	Sprendinys netinkamas	Elektros tinklų atstu- mas iki medžių
			Atstumas nuo e- lektros tinklų iki medžio kamieno ≥ 2 m	Sprendinys tinkamas	
Elektroni- nių ryšių tinklai	2 m abipus požeminio kabelio trasos arba orinės linijos kraštinių laidų		Pastato projekcija persidengia su vamzdyno apsau- gos zonos plotu	Sprendinys tinkamas su pastaba: turi būti gautas raštiškas tinklus eksplo- tuojančios įmonės lei- dimas	
			Pastato projekcija nepersidengia su vamzdyno apsau- gos zonos plotu	Sprendinys tinkamas	
Elektroni- nių ryšių tinklai	2 m		Atstumas nuo ry- šių tinklų iki me- džio kamieno < 2 m	Sprendinys netinkamas	Elektroninių ryšių tinklų atstumas iki medžių
			Atstumas nuo ry- šių tinklų iki me- džio kamieno > 2 m	Sprendinys tinkamas	

3.1 lentelės tęsinys
 Continuation of Table 3.1

Sprendi- nys	Reikšmė		Sąlyga	Rezultatas	Pastabos
	Nuo	Iki			
Priėjimas prie pas- tato	1 vnt.		Nėra numatyta priėjimų (šaligat- vių) prie pastato	Sprendinys netinkamas	
			Yra numatyta 1 ir daugiau priėjimų (šaligatvių) prie pastato	Sprendinys tinkamas	
	0,7 m		Atstumas nuo ša- ligatvio borto iki medžio kamieno $< 0,7$ m	Sprendinys netinkamas	Šaligatvių atstumas iki medžių
			Atstumas nuo ša- ligatvio borto iki medžio kamieno $\geq 0,7$ m	Sprendinys tinkamas	
Privažia- vimas prie pas- tato	1 vnt.		Nėra numatyta privažiavimų prie pastato	Sprendinys netinkamas	
			Yra numatyta 1 ir daugiau privažia- vimų prie pastato	Sprendinys tinkamas	
	2 m		Atstumas nuo ke- lio borto iki me- džio kamieno < 2 m	Sprendinys netinkamas	Kelio atstumas iki medžių
			Atstumas nuo ke- lio borto iki me- džio kamieno ≥ 2 m	Sprendinys tinkamas	
		25 m	Kelio atstumas iki pastato ≤ 25 m	Sprendinys tinkamas	Gaisrų gesinimo au- tomobilių privažia- vimo kelias, jei $H \leq 18$ m (jei pas- tato aukščiausio aukšto grindų alti- tudė ≤ 15 m)
			Kelio atstumas iki pastato > 25 m	Sprendinys netinkamas	
	12 x 12 m		Aikštelė aklakelio pabaigoje ma- žesnė, negu 12 x 12 m	Sprendinys netinkamas	
			Aikštelė aklakelio pabaigoje didesnė arba lygi 12 x 12 m	Sprendinys tinkamas	

3.1 lentelės pabaiga
The end of Table 3.1

Sprendi- nys	Reikšmė		Sąlyga	Rezultatas	Pastabos
	Nuo	Iki			
Privažia- vimas prie pas- tato	6 m pločio važiuo- jamoji dalis		Važiuojamosios dalies atstumas iki pastato yra 7– 16 m	Sprendinys tinkamas	Gaisrų gesinimo au- tomobilių privažia- vimo kelias, jei H > 18m (jei pastato aukščiausio aukšto grindų altitudė > 15 m)
			Važiuojamosios dalies atstumas iki pastato yra > 16 m	Sprendinys netinkamas	
	16 x 16 m		Aikštelė aklakelio pabaigoje ma- žesnė, negu 16 x 16 m	Sprendinys netinkamas	
			Aikštelė aklakelio pabaigoje didesnė arba lygi 16 x 16 m	Sprendinys tinkamas	

Sklypo užstatymo tankis. Teritorijų planavimo dokumente yra nustatytas leidžiamas sklypo užstatymo tankis, tai reiškia, kad faktinis sklypo užstatymo tankis negali būti didesnis už nustatytą maksimaliai leistiną. Planuojant pastatą parenkama jo statybos vieta – projekcija į žemės paviršių. Ši projekcija užima tam tikrą plotą – užstatymo plotą. Kadangi užstatymo tankis yra pastato užstatymo ploto ir sklypo ploto santykis, turint pastato užstatymo plotą ir sklypo plotą apskaičiuojamas sklypo užstatymo tankis. Programa patikrina, ar faktinis sklypo užstatymo tankis (tuo pačiu ir pasirinktas pastato užstatymo plotas) neviršija nustatyto sklypo užstatymo tankio. Jei faktinis sklypo užstatymo tankis yra mažesnis arba lygus numatytam – sprendinys tinkamas, jei didesnis negu leidžiamas – sprendinys netinkamas.

Želdynų plotas. Privalomas želdynų plotas nuo viso žemės sklypo ploto priklauso nuo sklypo naudojimo būdo ir pobūdžio. Planuojant pastatą kartu yra planuojamas ir tam tikras plotas želdynams. Turint želdynams numatytą plotą ir visą sklypo plotą apskaičiuojama želdynų užimama sklypo ploto dalis. Programa patikrina, ar faktinis sklypo želdynų plotas pagal to sklypo naudojimo būdą ir pobūdį nėra mažesnis, negu reikalingas pagal teisės aktų reikalavimus. Jei faktinis sklypo želdynų plotas yra didesnis arba lygus reikalingam – sprendinys tinkamas, jei mažesnis negu leidžiamas – sprendinys netinkamas.

Servitutai. Teritorijų planavimo dokumente yra nurodyta servitutų vieta, nurodytas jų užimamas plotas. Planuojant pastatą parenkama jo statybos vieta – projekcija į žemės paviršių. Programa patikrina, ar numatyta pastato statybos vieta

t. y. pastato projekcijos plotas ir servituto plotas nepersidengia. Jei pastato projekcija (plotas) ir servituto plotas nepersidengia – sprendinys tinkamas, priešingu atveju – sprendinys netinkamas.

Vaikų žaidimo aikštelė. Daugiabučių gyvenamųjų namų statybos sklypuose turi būti numatytas plotas vaikų žaidimo aikštei įrengti. Aikštelės plotas negali būti mažesnis, negu 50 m^2 . Tikslus plotas nustatomas projektavimo metu. Planavimo metu tik patikrinami preliminarūs vaikų žaidimo aikštelės įrengimo sprendiniai. Jei numatytas vaikų žaidimo aikštelės plotas yra mažesnis, negu 50 m^2 – sprendinys netinkamas, jei didesnis arba lygus 50 m^2 – sprendinys tinkamas. Jei vaikų žaidimo aikštelė nuo buitinių atliekų ir antrinių žaliavų surinkimo konteinerių aikštelių, automobilių stovėjimo aikštelių ir gatvių numatyta mažesniu, negu 10 m atstumu – sprendinys netinkamas, jei didesniu arba lygiu 10 m – sprendinys tinkamas. Jei vaikų žaidimo aikštelės insoliacija miestų centrinėse dalyse esančiuose sklypuose lygiadieniais (03.22 ir 09.22) yra mažesnė, negu 2,5 val. – sprendinys netinkamas, jei didesnė arba lygi 2,5 val. – sprendinys tinkamas. Jei insoliacija visuose kituose sklypuose lygiadieniais (03.22 ir 09.22) yra mažesnė, negu 3 val. – sprendinys netinkamas, jei didesnė arba lygi 3 val. – sprendinys tinkamas.

Dviračių saugykla. Dviračių stovėjimo vietų skaičius priklauso nuo pastato paskirties, patalpų ploto, gyventojų skaičiaus ir kt. Patalpų plotas, gyventojų skaičius ir kt. tikslūs parametrai numatomi projektavimo metu. Planavimo metu žinoma tik pastato paskirtis. Todėl apskaičiuoti tikslaus dviračių saugyklos vietų skaičiaus ir joms įrengti reikalingo ploto planavimo etape nėra galimybės. Planavimo etape tik patikrinama, ar sklype yra numatyta vieta dviračių saugyklos įrengimui. Jei plotas dviračių saugyklai sklype yra numatytas – sprendinys tinkamas, jei nenumatytas – sprendinys netinkamas. Pažymėtina, kad jei sklype plotas dviračių saugyklai nenumatytas, galima nurodyti, jog saugykla įrengiama požeminiame pastato aukšte. Tuomet sprendinys taip pat būtų tinkamas.

Automobilių saugykla. Automobilių stovėjimo vietų skaičius priklauso nuo pastato paskirties, patalpų ploto, gyventojų skaičiaus ir kt. Patalpų plotas, gyventojų skaičius ir kt. tikslūs parametrai numatomi projektavimo metu. Planavimo metu žinoma tik pastato paskirtis. Todėl apskaičiuoti tikslaus automobilių saugyklos vietų skaičiaus ir joms įrengti reikalingo ploto planavimo etape nėra galimybės. Planavimo etape tik patikrinama, ar sklype yra numatyta vieta automobilių saugyklos įrengimui. Jei plotas automobilių saugyklai sklype yra numatytas – sprendinys tinkamas, jei nenumatytas – sprendinys netinkamas. Pažymėtina, kad jei sklype plotas automobilių saugyklai nenumatytas, galima nurodyti, jog saugykla įrengiama požeminiame pastato aukšte. Tuomet sprendinys taip pat būtų tinkamas.

Automobilių stovėjimo aikštelės atstumas iki langų. Automobilių stovėjimo vietų skaičius priklauso nuo pastato paskirties, patalpų ploto, gyventojų skaičiaus ir kt. Patalpų plotas, gyventojų skaičius ir kt. tikslūs parametrai numatomi

projektavimo metu. Planavimo metu žinoma tik pastato paskirtis. Todėl apskaičiuoti tikslaus automobilių saugyklos vietų skaičiaus planavimo etape nėra galimybių. Planavimo etape tik patikrinama, ar sklype numatyta automobilių stovėjimo aikštelė yra tinkamu atstumu iki pastato langų. Pastato langų vieta planavimo etape būna preliminariai parinkta. Pažymėtina, kad šis reikalavimas taikomas, tik gyvenamųjų, visuomeninių, vaikų ir gydymo įstaigų sklypams. Jei atstumas nuo automobilių stovėjimo aikštelės iki pastato fasado ribos yra mažesnis, negu reikalingas – sprendinys netinkamas. Jei atstumas yra lygus arba didesnis, negu reikalingas – sprendinys tinkamas.

Vieta laikinam buitinių atliekų sandėliavimui. Planavimo metu sklypo plane numatoma vieta laikinam buitinių atliekų sandėliavimui. Programa patikrina, ar numatyta vieta atitinka reikalavimus. Jei buitinių atliekų laikino sandėliavimo vieta numatyta mažesniu negu 10 m atstumu nuo vaikų žaidimo aikštelės, pastato langų ir durų bei mažesniu, negu 3 m atstumu nuo sklypo ribos – sprendinys netinkamas, jei priešingai – sprendinys tinkamas.

Pagalbiniai pastatai. Pagalbinių pastatų vieta numatoma bei sprendiniai tikrinami taip pat, kaip ir pagrindiniams pastatams.

Vandentiekio, lietaus ir fekalinės kanalizacijos inžineriniai tinklai. Teritorijų planavimo dokumente yra nurodyta vandentiekio, lietaus ir fekalinės kanalizacijos inžinerinių tinklų vieta, nurodytos jų apsaugos zonos plotas. Planuojant pastatą parenkama jo statybos vieta – projekcija į žemės paviršių. Programa patikrina, ar numatyta pastato statybos vieta t. y. pastato projekcijos plotas ir inžinerinių tinklų apsaugos zonos plotas nepersidengia. Jei pastato projekcija (plotas) ir inžinerinių tinklų apsaugos zonos plotas nepersidengia – sprendinys tinkamas, priešingu atveju – sprendinys tinkamas su sąlyga, jeigu gautos šiuos tinklus eksploatuojančios įmonės sąlygos. Programa, įvertindama numatytą inžinerinių tinklų statybos vietą, patikrina, ar suplanuotas atstumas iki medžių kamienų yra pakankamas. Jei atstumas iki medžių kamienų yra mažesnis, negu reikalingas – sprendinys netinkamas. Jei atstumas iki medžių kamienų yra lygus arba didesnis, negu reikalingas – sprendinys tinkamas.

Šilumos tinklai. Teritorijų planavimo dokumente yra nurodyta šilumos tinklų vieta, nurodytos jų apsaugos zonos plotas. Planuojant pastatą parenkama jo statybos vieta – projekcija į žemės paviršių. Programa patikrina, ar numatyta pastato statybos vieta t. y. pastato projekcijos plotas ir inžinerinių tinklų apsaugos zonos plotas nepersidengia. Jei pastato projekcija (plotas) ir inžinerinių tinklų apsaugos zonos plotas nepersidengia – sprendinys tinkamas, priešingu atveju – sprendinys netinkamas. Programa, įvertindama numatytą inžinerinių tinklų statybos vietą, patikrina, ar suplanuotas atstumas iki medžių kamienų yra pakankamas. Jei atstumas iki medžių kamienų yra mažesnis, negu reikalingas – sprendinys netinkamas. Jei atstumas iki medžių kamienų yra lygus arba didesnis, negu reikalingas – sprendinys tinkamas.

Dujotiekis. Teritorijų planavimo dokumente yra nurodyta dujotiekio tinklų vieta, nurodytos jų apsaugos zonos plotas. Planuojant pastatą parenkama jo statybos vieta – projekcija į žemės paviršių. Programa patikrina, ar numatyta pastato statybos vieta t. y. pastato projekcijos plotas ir inžinerinių tinklų apsaugos zonos plotas nepersidengia. Jei pastato projekcija (plotas) ir inžinerinių tinklų apsaugos zonos plotas nepersidengia – sprendinys tinkamas, priešingu atveju – sprendinys netinkamas. Programa, įvertindama numatytą inžinerinių tinklų statybos vietą, patikrina, ar suplanuotas atstumas iki medžių kamienų yra pakankamas. Jei atstumas iki medžių kamienų yra mažesnis, negu reikalingas – sprendinys netinkamas. Jei atstumas iki medžių kamienų yra lygus arba didesnis, negu reikalingas – sprendinys tinkamas.

Elektros perdavimo tinklai. Teritorijų planavimo dokumente yra nurodyta elektros linijų vieta, nurodytos jų apsaugos zonos plotas. Planuojant pastatą parenkama jo statybos vieta – projekcija į žemės paviršių. Programa patikrina, ar numatyta pastato statybos vieta t. y. pastato projekcijos plotas ir inžinerinių tinklų apsaugos zonos plotas nepersidengia. Jei pastato projekcija (plotas) ir inžinerinių tinklų apsaugos zonos plotas nepersidengia – sprendinys tinkamas, priešingu atveju – sprendinys tinkamas su sąlyga, jeigu gautas raštiškas tinklus eksploatuojančios įmonės leidimas. Programa, įvertindama numatytą inžinerinių tinklų statybos vietą, patikrina, ar suplanuotas atstumas iki medžių kamienų yra pakankamas. Jei atstumas iki medžių kamienų yra mažesnis, negu reikalingas – sprendinys netinkamas. Jei atstumas iki medžių kamienų yra lygus arba didesnis, negu reikalingas – sprendinys tinkamas.

Elektroninių ryšių tinklai. Teritorijų planavimo dokumente yra nurodyta elektroninių ryšių tinklų vieta, nurodytos jų apsaugos zonos plotas. Planuojant pastatą parenkama jo statybos vieta – projekcija į žemės paviršių. Programa patikrina, ar numatyta pastato statybos vieta t. y. pastato projekcijos plotas ir inžinerinių tinklų apsaugos zonos plotas nepersidengia. Jei pastato projekcija (plotas) ir inžinerinių tinklų apsaugos zonos plotas nepersidengia – sprendinys tinkamas, priešingu atveju – sprendinys tinkamas su sąlyga, jeigu gautas raštiškas tinklus eksploatuojančios įmonės leidimas. Programa, įvertindama numatytą inžinerinių tinklų statybos vietą, patikrina, ar suplanuotas atstumas iki medžių kamienų yra pakankamas. Jei atstumas iki medžių kamienų yra mažesnis, negu reikalingas – sprendinys netinkamas. Jei atstumas iki medžių kamienų yra lygus arba didesnis, negu reikalingas – sprendinys tinkamas.

Priėjimas prie pastato. Planuojant pastatą kartu yra planuojami ir priėjimai prie jo. Programa patikrina, ar yra numatytas bent vienas priėjimas prie pastato (šaligatvis). Jei yra numatytas bent vienas priėjimas prie pastato – sprendinys tinkamas, jei nenumatytas nė vienas priėjimas – sprendinys netinkamas. Programa,

įvertindama numatytą šaligatvių įrengimo vietą, patikrina, ar suplanuotas atstumas iki medžių kamienų yra pakankamas. Jei atstumas iki medžių kamienų yra mažesnis, negu reikalingas – sprendinys netinkamas. Jei atstumas iki medžių kamienų yra lygus arba didesnis, negu reikalingas – sprendinys tinkamas.

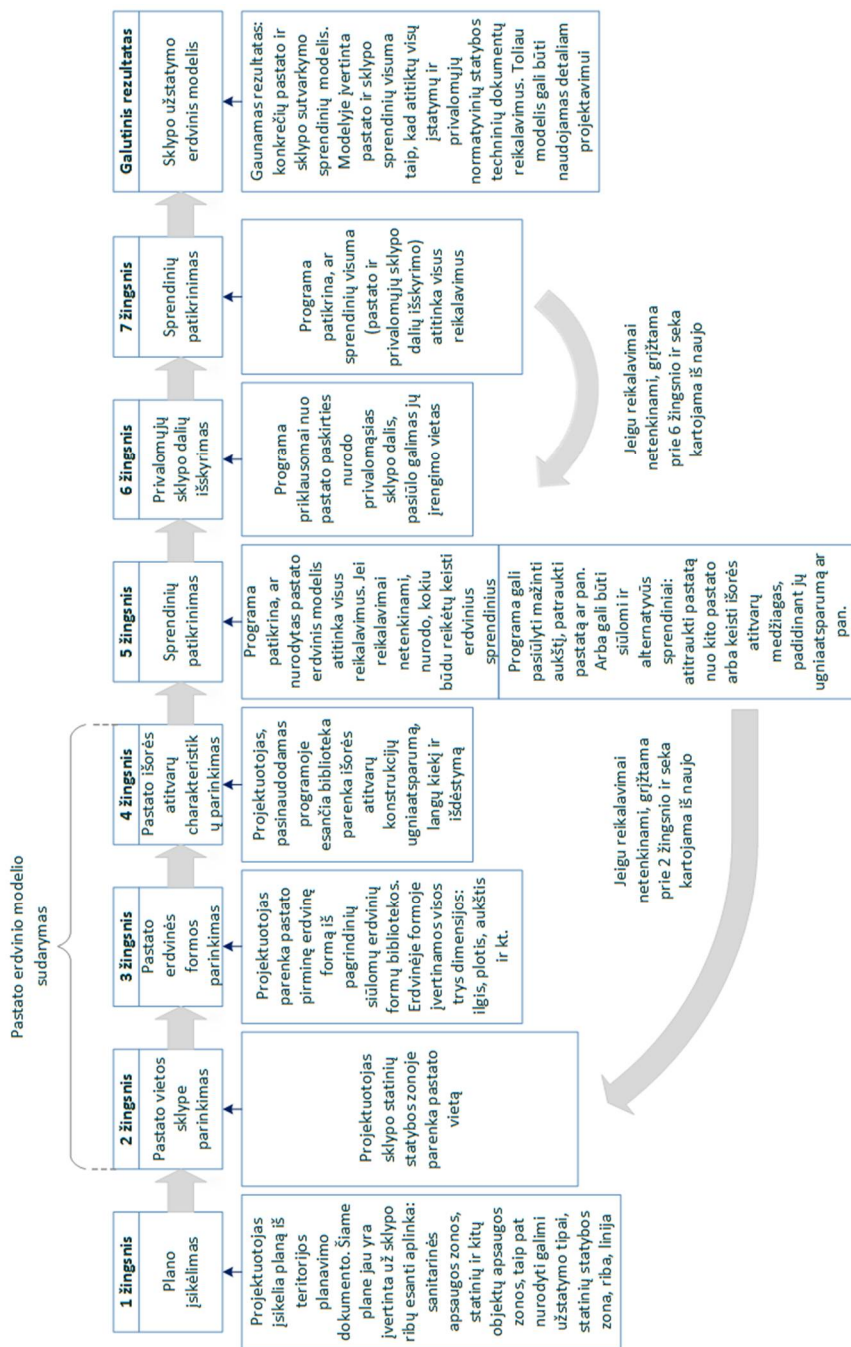
Privažiavimas prie pastato. Planuojant pastatą kartu yra planuojami ir privažiavimai prie jo. Programa patikrina, ar yra numatytas bent vienas privažiavimas prie pastato (kelias). Jei yra numatytas bent vienas privažiavimas prie pastato – sprendinys tinkamas, jei nenumatytas nė vienas privažiavimas – sprendinys netinkamas. Programa, įvertindama numatytą kelių įrengimo vietą, patikrina, ar suplanuotas atstumas iki medžių kamienų yra pakankamas. Jei atstumas iki medžių kamienų yra mažesnis, negu reikalingas – sprendinys netinkamas. Jei atstumas iki medžių kamienų yra lygus arba didesnis, negu reikalingas – sprendinys tinkamas. Jei planuojamas pastatas kurio aukštis ≤ 18 m:

1. Programa patikrina, ar numatyto kelio atstumas iki pastato yra ne didesnis, negu 25 m.
2. Jei numatytas atstumas yra didesnis – sprendinys netinkamas, jei mažesnis arba lygus 25 m – sprendinys tinkamas.
3. Programa taip pat patikrina, ar numatyto kelio pabaigoje yra aklakelis. Jei aklakelio nėra – patikrinimas baigiamas. Jei aklakelis yra – nustatoma, ar yra jo pabaigoje aikštelė. Jei aikštelės nėra – sprendinys netinkamas. Jei aikštelė yra – patikrinama, kokie jos matmenys: jei aikštelės matmenys yra mažesnis, negu 12×12 m – sprendinys netinkamas, jei aikštelės matmenys didesni arba lygūs 12×12 m – sprendinys tinkamas.

Jei planuojamas pastatas kurio aukštis > 18 m:

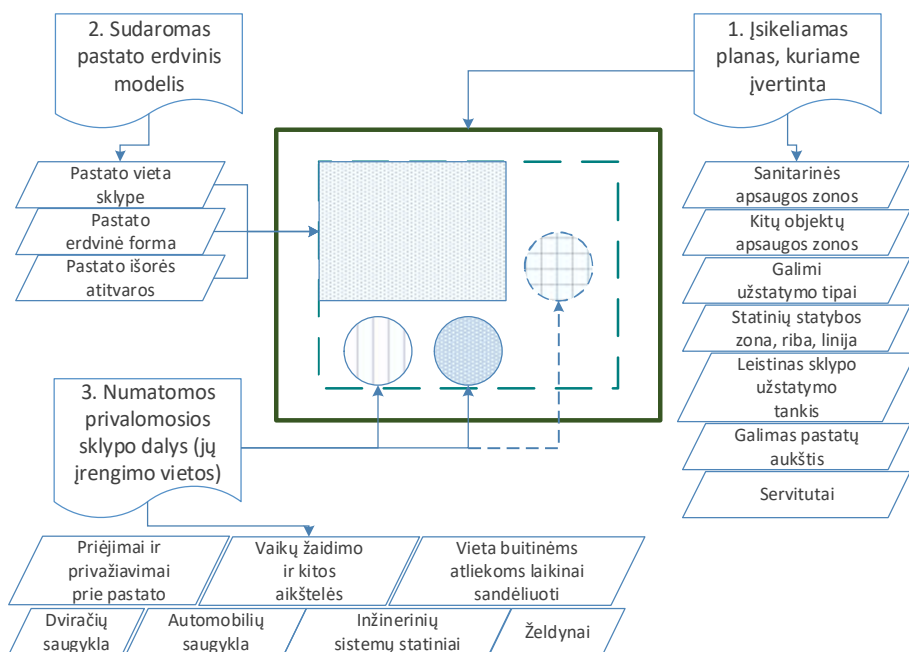
1. Programa patikrina, ar numatyto kelio atstumas iki pastato yra 7–16 m.
2. Jei numatytas atstumas yra didesnis negu 16 m – sprendinys netinkamas, jei atstumas yra 7–16 m ribose – sprendinys tinkamas.
3. Programa taip pat patikrina, ar numatyto kelio pabaigoje yra aklakelis. Jei aklakelio nėra – patikrinimas baigiamas. Jei aklakelis yra – nustatoma, ar yra jo pabaigoje aikštelė. Jei aikštelės nėra – sprendinys netinkamas. Jei aikštelė yra – patikrinama, kokie jos matmenys: jei aikštelės matmenys yra mažesnis, negu 16×16 m – sprendinys netinkamas, jei aikštelės matmenys didesni arba lygūs 16×16 m – sprendinys tinkamas.

Apibendrintas sklypo užstatymo erdvinio planavimo algoritmas parodytas 3.3 paveiksle. Sklypo užstatymo erdvinio planavimo principinė schema parodyta 3.4 paveiksle.



3.3 pav. Apibendrintas sklypo užstatymo erdvinio planavimo algoritmas (sudaryta autorės)

Fig. 3.3. An algorithm for site and buildings spatial planning using BIM methodology (author created)



3.4 pav. Sklypo užstatymo erdvinio planavimo principinė schema (sudaryta autorės)

Fig. 3.4. Diagram of site and building spatial planning process (author created)

1 žingsnis. Plano įkėlimas. Projektuotojas į BIM programinės įrangos langą įkelia skaitmeninį sklypo planą iš teritorijos planavimo dokumento su visais jame esančiais apribojimais. Šiame plane, kaip teritorijos planavimo dokumento sudėtinėje dalyje, jau yra įvertinta už sklypo ribų esanti aplinka: gamyklų, žemės ūkio objektų ir kt. sanitarinės apsaugos zonos, statinių, kelių, miškų, vandens telkinių ir kitų objektų apsaugos zonos (plačiau apie sanitarines apsaugos ir apsaugos zonas pasisakyta F priede), taip pat nurodyti galimi užstatymo tipai, statinių statybos zona, riba, linija. Sklypo plane taip pat yra duomenys apie leistiną sklypo užstatymo tankį.

2 žingsnis. Pastato vietos sklype parinkimas. Sklypo užstatymo erdvinis planavimas vykdomas interaktyviuoju būdu. Projektuotojas sklypo statinių statybos zonoje, atsižvelgdamas į statinių statybos ribą ir/arba liniją, jeigu jos numatytos, parenka pastato vietą.

3 žingsnis. Pastato erdvinės formos parinkimas. Programinėje įrangoje iš pagrindinių siūlomų erdvių formų bibliotekos parenkama pastato erdvinė forma, kartu įvertinant visus tris pagrindinius pastato matmenis: ilgį, plotį, aukštį ir kitus išorės matmenis.

4 žingsnis. Pastato išorės atitvarų charakteristikų parinkimas. Projektuotojas, pasinaudodamas programoje esančia biblioteka parenka išorės atitvarų konstrukcijų (sienų, langų, stogo) ugniaatsparumą, langų kiekį ir išdėstymą.

5 žingsnis. Sprendinių patikrinimas. BIM programinėje įrangoje patikrinama, ar projektuotojo nurodytas pastato erdvinis sprendinys atitinka visus keliamus reikalavimus. Neatitikus reikalavimų programinė įranga nurodo netenkinamus reikalavimus, taip pat koku būdu reikėtų keisti erdvinis sprendinius (mažinti aukštį, patraukti pastatą ar kt.). Gali būti siūlomi ir alternatyvūs sprendiniai, pvz. atitraukti pastatą nuo kito pastato arba keisti išorės atitvarų medžiagas, padidinant jų ugniaatsparumą ir pan. Jeigu patikrinus pastato erdviniai sprendiniai neatitinka nustatytų reikalavimų, grįžtama prie 2 žingsnio, parenkami nauji sprendiniai ir vėl tikrinama jų atitiktis reikalavimams.

6 žingsnis. Privalomųjų sklypo dalių išskyrimas. Programa priklausomai nuo pastato paskirties nurodo privalomąsias sklypo dalis, pasiūlo galimas jų įrengimo vietas. Bendruoju atveju privalomosios sklypo dalys yra: priėjimai ir privažiavimai prie pastato, automobilių saugykla, želdynai su vaikų žaidimo ir sporto aikštelėmis, ramaus poilsio vietomis vyresnio amžiaus ir neįgaliems žmonėms, dviračių saugykla, vieta buitiniams atliekoms laikinai sandėliuoti. Pažymėtina, kad sklype gali būti ir servitutai, inžinerinės komunikacijos su savo apsauginėmis zonomis. Servitutai ir inžinerinių komunikacijų apsauginės zonos šiuo atveju yra vertinamos kaip konstanta. Jų buvimo vieta negali būti keičiama.

7 žingsnis. Sprendinių patikrinimas. Programa patikrina, ar sprendinių visuma (pastato ir privalomųjų sklypo dalių išskyrimo) atitinka visus keliamus reikalavimus. Jeigu patikrinus pastato erdviniai ir sklypo suplanavimo sprendiniai neatitinka nustatytų reikalavimų, grįžtama prie 6 žingsnio, parenkami nauji sprendiniai ir vėl tikrinama jų atitiktis reikalavimams.

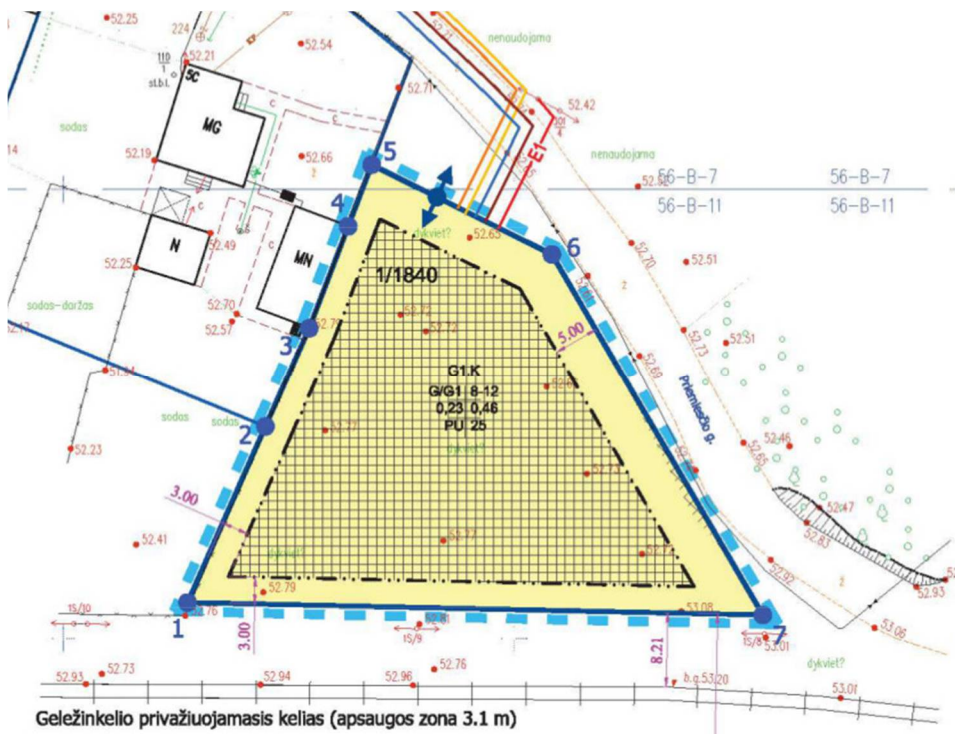
Galutinis rezultatas. Sklypo užstatymo erdvinis modelis. Gaunamas rezultatas: konkrečių pastato ir sklypo sutvarkymo sprendinių modelis. Modelyje įvertinta pastato ir sklypo sprendinių visuma taip, kad atitiktų visų įstatymų ir privalomųjų normatyvinių statybos techninių dokumentų reikalavimus. Toliau modelis gali būti naudojamas detaliam projektavimui.

3.3. Modelio praktinio pritaikymo pavyzdys naudojant Matlab ir dirbtinius neuroninius tinklus

Tyrimo metu iš viešai prieinamų informacijos šaltinių buvo pasirinktas vieno sklypo detalusis planas. Detalusis planas nėra parengtas 3D formatu, tačiau sukurtam sklypo užstatymo erdvinio planavimo modelio pritaikymo pavyzdžiui teoriniame lygmenyje yra pakankamas.

3.3.1. Detaliojo plano sprendinių apžvalga

Sklypas yra Panevėžio miesto šiaurės vakarų pusėje (adresu Įmonių g. 5F), apribotas: vakaruose – valstybinės žemės fondo sklypais ir privačiais gyvenamosios paskirties sklypais, šiaurėje ir rytuose – Priemiesčio gatve, pietuose – AB „Lietuvos geležinkeliai“ teritorija. Sklypo plotas yra 1840 m². Sklype pastatų ir statinių nėra. Detalioju planu yra keičiamas žemės sklypo naudojimo būdas ir pobūdis į gyvenamosios teritorijos, viešbučių ir dvibučių gyvenamųjų pastatų statybos, nustatomi privalomieji teritorijos tvarkymo ir naudojimo reglamentai. Reglamentuojamas planuojamų statinių aukštis 8–12 m, užstatymo tankis – 0,23. Servitutų sklype nėra, yra ryšių linijų apsaugos zona. Sklypui nustatyta minimali priklausomųjų želdynų norma – 25 proc. Pastatų atsparumo ugniai laipsnis nežinomas, todėl priimama, kad priešgaisrinis atstumas tarp pastatų turi tenkinti vienintelę sąlygą – nebūti mažesnis už minimaliai reikalingą.



Detaliuoju planu suplanuoto sklypo pagrindinio brėžinio fragmentas parodytas 3.5 paveiksle. Detalusis planas patvirtintas 2014 m. gruodžio 18 d. Panevėžio miesto savivaldybės tarybos sprendimu Nr. 1-403 (Patvirtinti detalieji... 2016).

3.3.2. Uždavinio sprendimas Matlab sistemoje

Siekiant supaprastintai pademonstruoti modelio veikimą išanalizuota trisdešimt pastato planavimo variantų pavyzdžių (sprendinių) anksčiau minėtame sklype. Pavyzdyje tiriamųjų sprendinių schema parodyta 3.6 paveiksle, pavyzdžiai pateikti 3.2 lentelėje. Pavyzdyje tiriami tik šeši kiekybiniais dydžiais galimi išreikšti modelio parametrai. Skaičiavimui naudojama matematinė sistema Matlab.

3.2 lentelė. Pradiniai duomenys uždaviniui Matlab sistemoje (sudaryta autorės)

Table 3.2. Initial data for task in the Matlab system (author created)

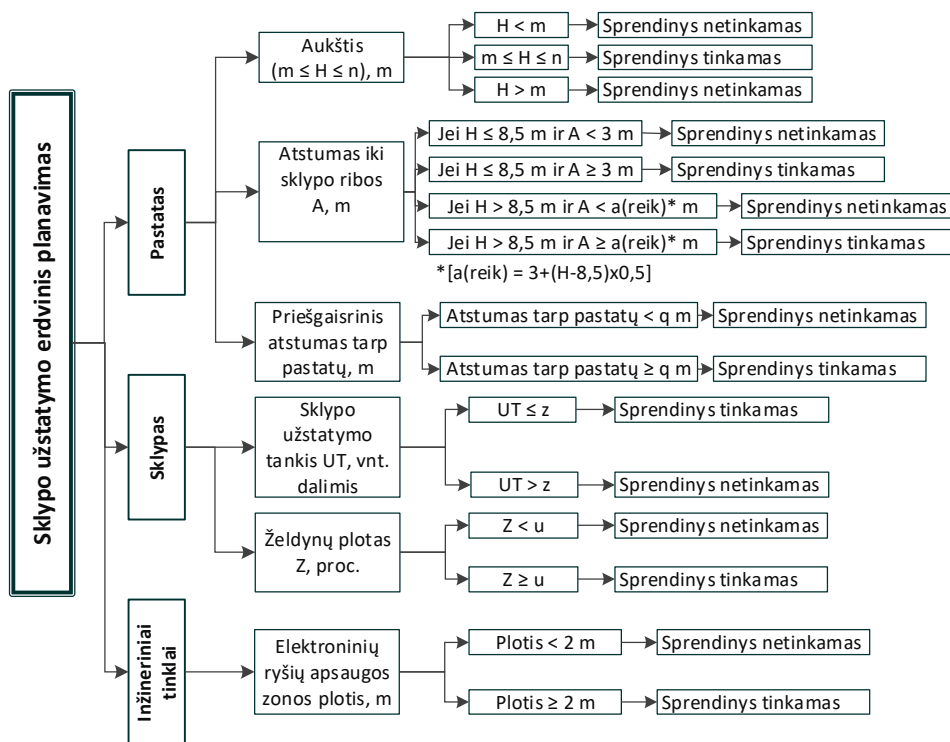
Sprendi- nys	Reikšmė		Variantai (pradiniai duomenys)									
	Nuo	Iki	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
Pastato aukštis H, m	8	12	8	12	10	6	7	11	3	5	9	4
Pastato atstumas iki sklypo ribos A, m	3		3	5	4	4	5	2	3	3	3	4
Sklypo užstatymo tankis UT, vnt. dalimis		0,23	0,2	0,2	0,4	0,2	0,17	0,3	0,3	0,6	0,21	0,2
Želdynų plotas Z, proc.	25		24	26	50	13	45	15	67	23	34	10
Priešgaisrinis atstumas tarp pastatų, m	6		6	10	3	5	12	6	7	9	5	3

3.2 lentelės tęsinys
Continuation of Table 3.2

Sprendi- nys	Reikšmė		Variantai (pradiniai duomenys)									
	Nuo	Iki	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
Elektro- ninių ryšių tin- klai (apsau- gos zona), m	2		2	2,5	1	1,6	2	4	1,3	1,7	2,2	2,7
			V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20
Pastato aukštis H, m	8	12	8	9	10	10	12	13	9	8	11	12
Pastato atstumas iki sklypo ribos A, m	3		3	3,5	3	3,6	5	2	3,3	3	3,5	3
Sklypo užstaty- mo tankis UT, vnt. dalimis		0,23	0,23	0,2	0,22	0,2	0,2	0,3	0,2	0,23	0,21	0,2
Želdynų plotas Z, proc.	25		25	26	27	25	26	20	30	25	27	30
Priešgais- rinis ats- tumas tarp pas- tatų, m	6		6	7	7	8	6	3	8	6	7	6,5
Elektro- ninių ryšių tin- klai (apsau- gos zona), m	2		2	2	2,5	2,2	2,1	1	2,2	2	3	2,3

3.2 lentelės pabaiga
The end of Table 3.2

Sprendi- nys	Reikšmė		Variantai (pradiniai duomenys)									
	Nuo	Iki	V21	V22	V23	V24	V25	V26	V27	V28	V29	V30
Pastato aukštis H, m	8	12	1	20	10	0,1	50	2	40	60	21	34
Pastato atstumas iki sklypo ribos A, m	3		1	0	0	0,1	2	2	10	4	2	7
Sklypo užstatymo tankis UT, vnt. dalimis		0,23	1	1	0,5	1	0,5	0,2	1	0,23	0,15	0,2
Želdynų plotas Z, proc.	25		1	3	10	0,1	11	2	70	60	34	45
Priešgaisrinis atstumas tarp pastatų, m	6		1	0	1	0,1	0,5	2	10	4	3	4
Elektroinių ryšių tinklai (apsaugos zona), m	2		1	0	1	0,1	0	2	8	10	2	7



3.6 pav. Pavyzdyje tiriamųjų sprendinių schema (sudaryta autorės)

Fig. 3.6. Diagram of solutions tested in example (author created)

Dirbtinio neuroninio tinklo kūrimo seka detalai parodyta G priede. Pažymėtina, kad pateiktas pavyzdys skirtas tik neuroninio tinklo testavimui, todėl daugiau sklypų ir jų užstatymo variantų disertacijoje nenagrinėjama.

3.3.3. Dirbtinių neuroninių tinklų pritaikymas sklypo užstatymo erdviniam planavimui

Neuroniniai tinklai – biologinės sistemos, kurios aptinka modelius, atlieka prognozavimą ir mokymąsi. Moderniam modelių aptikimui ir prognozavimo modelių sudarymui iš didelės apimties istorinių duomenų bazių naudojami dirbtiniai neuroniniai tinklai. Dirbtiniai neuroniniai tinklai (DNT) – tai dirbtinio intelekto sistemos, sukurtos siekiant imituoti žmogaus smegenų biologinės nervų sistemos veiklą: mokymąsi, mąstymą, informacijos saugojimą, atgaminimą ir atpažinimą. Jie realizuojami kompiuterio programomis. Nors mokslininkai dar toli nuo visiško

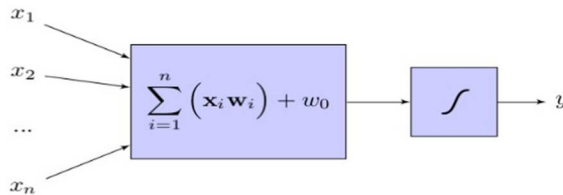
supratimo, kaip veikia žmogaus smegenys, dirbtiniai neuroniniai tinklai jau gali kai kuriuos dalykus atlikti lygiai taip pat kaip ir žmonės.

Neuroniniais tinklais siekiama pasiekti tokį automatizavimo lygį, kad vartotojas galėtų išsiversti su minimaliomis žiniomis. Taip pat norint naudoti neuroninius tinklus siekiama, kad nereiktų tvarkyti ar modifikuoti duomenų.

Dirbtinių neuroninių tinklų pagrindu sukurtos sistemos sugeba mokytis iš patirties, todėl gali būti taikomos ir tose srityse, apie kurias dar nesukaupta daug žinių.

Remiantis biologinio neurono modeliu buvo sukonstruotas dirbtinis neuronas (3.7 pav.). Dirbtinis neuronas yra svarbiausias neuroninio tinklo elementas. Dirbtinis neuronas susideda iš įvesčių aibės (x_1, x_2, \dots, x_n), vienos išvesties y , išmokslamųjų svorių (w_0, w_1, \dots, w_n) bei aktyvavimo funkcijos.

Mokymosi metu smegenyse keičiasi jungčių, siejančių neuronus, stiprumas. Toks jungčių stiprumo kitimas būdingas ir DNT. DNT mokytis naudojami duomenų pavyzdžiai. Mokymo metu duomenims veikiant dirbtinį neuroninį tinklą, specialiais algoritmais iteratyviai keičiami jungčių stiprumo koeficientai, vadinami svoriais. Neurono svoriai gali būti ir neigiami. Neigiamas svoris reiškia, kad jungtis turi slopinamąjį, bet net žadinamąjį efektą. Slopinančių jungčių yra ir biologinėse sistemose (Mandryka, Česnulevičius 2009).



3.7 pav. Dirbtinio neurono (viensluoksnio perceptrono) sandara (Valaitis 2013)

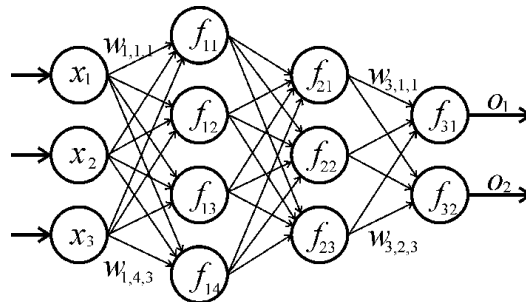
Fig. 3.7. Structure of an artificial neuron (single-layer perceptron) (Valaitis 2013)

Tam, kad būtų apeiti perceptronų tiesinio išskiriamumo apribojimai buvo sukurti daugiasluoksniai perceptronai. Daugiasluoksnis perceptronas (angl. *Multi-layer perceptron* – *MLP*) yra sudarytas iš daug neuronų, kurie yra suskirstyti į įėjimo ir išėjimo sluoksnius bei tarp šių esantį vieną ar daugiau vidinių paslėptus sluoksnius (3.8 pav.).

Dirbtinių neuroninių tinklų metodas turi tokius privalumus:

1. Universalumas sprendžiant mokslo problemas. Neuroniniais tinklais gali būti modeliuojamos ypač sudėtingos netiesinės funkcijos. Tokie modeliai plačiai taikomi įvairiems optimizavimo uždaviniams spręsti, tačiau juos įgyvendinti praktiškai yra sudėtinga.

2. Paprastas naudojimas praktinėje veikloje. Šiuo atveju skaičiavimo procesas yra visiškai algoritmizuojamas. Vartotojas turi žinoti, kaip surinkti ir parengti duomenis, taip pat – kaip interpretuoti gautus rezultatus. Neuronų tinklų metodas taip pat naudojamas automatizuoto proceso planavime, detalių geometrijos atpažinimui. Taikant DNT metodą reikalingų žinių apimtis gerokai mažesnė, negu taikant tradicinius matematinės statistikos ar kitus metodus. Be to, DNT galima nuolat tobulinti, įvedant naujausius praktinės veiklos duomenis (Mandryka, Česnulevičius 2009).



3.8 pav. Daugiasluoksnis perceptronas (Lukšys 2007)

Fig. 3.8. Multilayer perceptron (Lukšys 2007)

Statybos srityje dirbtiniai neuroniniai tinklai taikomi:

1. Prognozavime ir kainų numatyme. Šioje srityje dirbtiniai neuroniniai tinklai taikomi numatyti pasiūlymų kainas, statybos kainą, statybos biudžeto pokyčius, projekto pinigų srautus, statybos paklausą, darbo jėgos produktyvumą, žemės darbų operacijas, naujų technologijų priimtinumą, organizacinę efektyvumą.
2. Statybos projektų optimizavime. Šioje srityje DNT taikomi statybvietsės išplanavimui optimizuoti, statybos trukmės optimizavimui.
3. Sprendimų priėmime. Šioje srityje DNT taikomi sprendimams priimti modulinio projektavimo atveju.
4. Klasifikavime arba atrankoje. Šioje srityje DNT taikomi atlikti kranų tipo ir modelio parinkimą, prognozuoti betono stiprį, apskaičiuoti statybos projektų produktyvumą (Jain, Pathak 2014).

Dirbtinis neuroninis tinklas gali formuoti modelį iš pavyzdžių. Tai labai aktualu tiriamuoju atveju, kadangi kiekvienas sklypas ir kiekvienas pastatas yra skirtingi. Neuroniniam tinklui mokantis jis gali greičiau ir tiksliau pastebėti klaidas, numatyti ir pasiūlyti galimus jų ištaisymo būdus, atsižvelgiant į prieš tai projektuotojų priimtus kitų pastatų ir sklypų planavimo sprendimus.

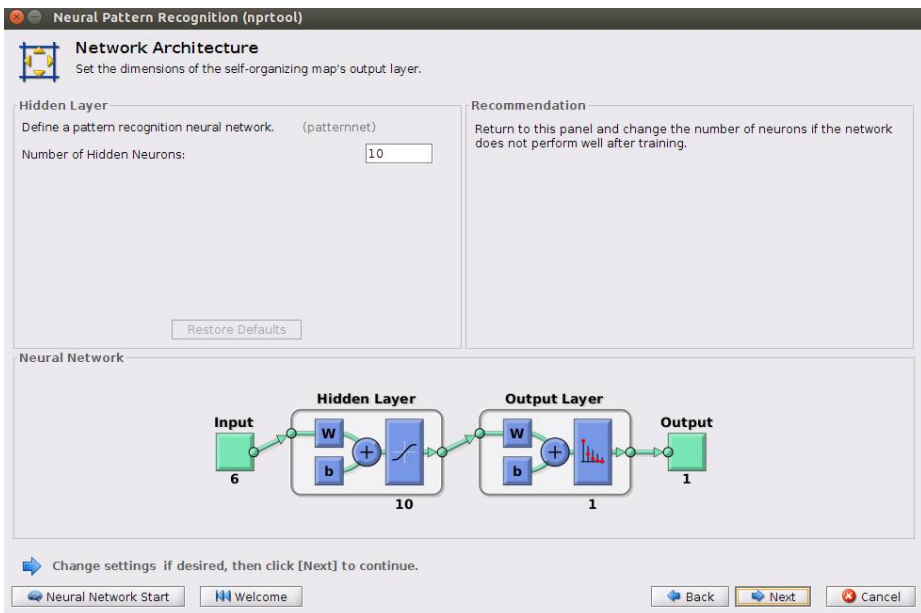
Kuriant neuroninių tinklų modelį yra reikalingi tam tikri pradiniai duomenys. Šie duomenys vadinami įėjimo signalais. Tiriamuoju atveju įėjimo signalai yra 3.3.2 skirsnyje išskirtos ir aprašytos sklypo užstatymo erdvinio planavimo charakteristikos. Siekiant, kad neuroninis tinklas dirbtų kuo efektyviau ir tiksliau, pradinių duomenų turi būti kuo daugiau – keli šimtai, netgi tūkstančiai. Visa tai būtų pasiekama sukūrus ir įgyvendinant siūlomą sklypo užstatymo erdvinio planavimo modelį realybėje – nuolat planuojant ir papildant duomenų bazę. Tyrimo metu sukurtas principinis neuroninių tinklų modelis pastato planavimui, įvertinant dalį įėjimo signalų.

Dirbtinis neuroninis tinklas tiriamuoju atveju buvo kuriamas Matlab sistemoje tokia seka:

1. Matlab lange rašoma komanda `nnstart`. Pasileidžia neuroninių tinklų galimų tipų pasirinkimo langas (G priedo 1 pav.).
2. Pasirenkamas variantas *Pattern Recognition Tool*. Šis neuroninio tinklo variantas suklasifikuoja pradinius duomenis į numatytas kategorijas. Tiriamuoju atveju – ar pagal nurodytus parametrus tokių charakteristikų pastato sprendinys būtų tinkamas numatytoje teritorijoje.
3. *Select Data* lange pasirenkami duomenys, skirti neuroninio tinklo apmokymui (*Inputs*) ir rezultatų vektorius (*Targets*) (G priedo 2 pav.). Tiriamuoju atveju šie duomenys iš anksto buvo aprašyti Matlab sistemoje.
4. Toliau sekančiame *Validation and Test Data* lange nurodoma, kad 70 proc. duomenų skirti apmokymui, 15 proc. – apmokymo patikrinimui ir 15 proc. – tinklo testavimui (G priedo 3 pav.). Neuroniniuose tinkluose apmokymas baigiamas, kai patikrinimo klaida (*validation*) pradeda nebe mažėti.
5. Sekančiame lange *Network Architecture* parodomas neuroninio tinklo grafinis vaizdas (3.9 pav.). Standartiškai šiame neuroniniame tinkle naudojamas dviejų sluoksnių sklidimo pirmyn tinklas. Šiame lange galima pasirinkti, kiek neuronų panaudoti. Standartiškai naudojamas 10 neuronų rinkinys. Tyrimo metu šis skaičius nekeičiamas.
6. Sekantis langas – *Train Network*. Spaudžiamas *Train* mygtukas ir neuroninis tinklas pradeda mokytis (G priedo 5 pav.).
7. Neuroninio tinklo apmokymo progresas rodomas sekančiame lange (3.10 pav.).
8. Paspaudus mygtuką *Confusion* galima pažiūrėti, ar apmokant neuroninį tinklą gauti adekvatūs rezultatai (3.11 pav.). Tuomet, kai pateiktose mat-

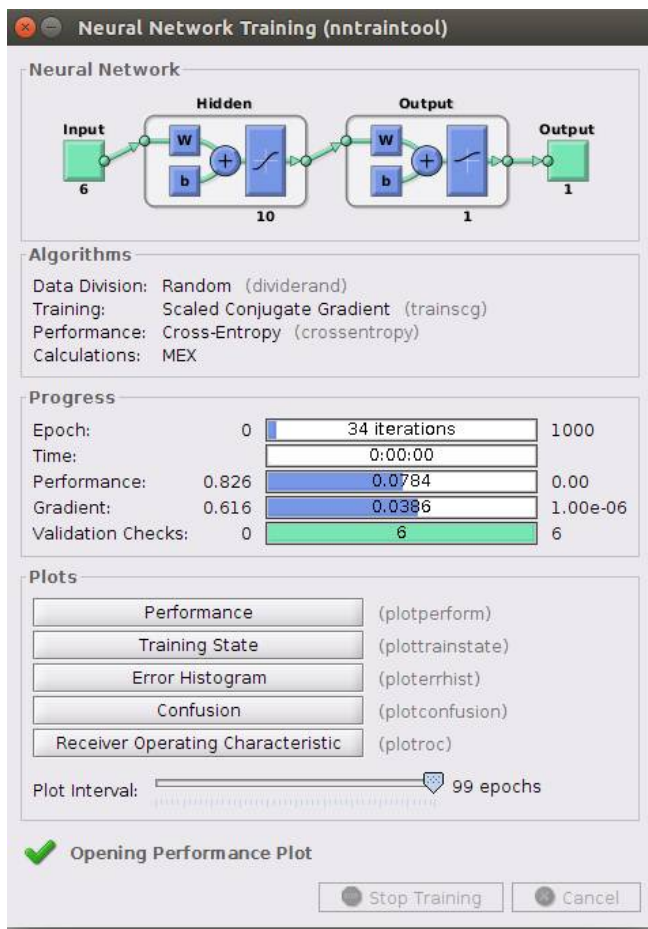
ricose žaliuose teisingų atsakymų kvadratuose yra dideli skaičiai, o raudonuose neteisingų atsakymų kvadratuose – maži skaičiai, galima daryti išvadą, kad tinklo išėjimai yra labai tikslūs. Matricose parodytas mėlynas kvadratas iliustruoja bendrą skaičiavimo tikslumą.

9. Paspaudus mygtuką *Receiver Operating Characteristic* galima pažiūrėti neuroninio tinklo apmokymo kreives (3.12 pav.). Jei visos kreivės yra viršutiniame kairiajame kampe – tinklo apmokymo rezultatai yra labai geri.
10. Jei tinklo apmokymo rezultatai nėra tinkami (tinklas daro daug klaidų), galima jį treniruoti iš naujo, padidinti neuronų skaičių arba padidinti apmokymui skirtų duomenų kiekį.
11. Toliau paspaudžiamas mygtukas *SimpleScript* ir automatiškai sugeneruojamas Matlab kodas.
12. Neuroninio tinklo darbo patikrinimui įvedamas akivaizdžiai netinkamas sprendinys, pvz.: visi pradiniai duomenys lygūs [1; 1; 1; 1; 1; 1]. Gaunamas rezultatas: ans = 0,0053 (G priedo 9 pav.).
13. Remiantis pirminiais duomenimis suvedus akivaizdžiai teisingą pavyzdį [8; 3; 0,23; 26; 7; 2] gautas rezultatas ans = 0,8796 (G priedo 10 pav.).



3.9 pav. Programos langas *Network Architecture*

Fig. 3.9. Program window *Network Architecture*



3.10 pav. Neuroninio tinklo apmokymo progresas

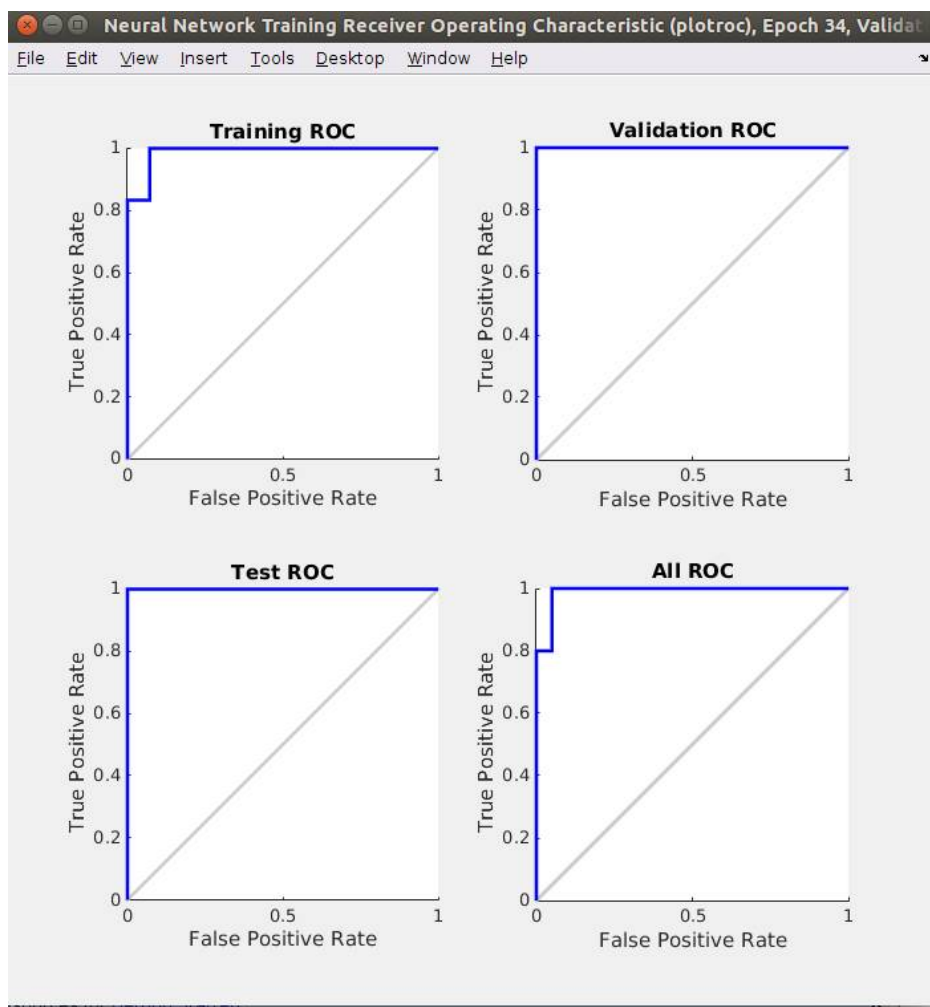
Fig. 3.10. Training progress of the neural network

Iš 3.10 paveikslo matosi, kad tiriamuoju atveju yra šeši įėjimo signalai (t. y. 3.3.2 skirsnyje išskirtos ir aprašytos sklypo užstatymo erdvinio planavimo charakteristikos). Kaip buvo užsiduota, 70 proc. duomenų arba 20 vnt. 3.2 lentelėje nurodytų variantų skirti apmokymui, 15 proc. (5 vnt. 3.2 lentelėje nurodytų variantų) – apmokymo patikrinimui ir 15 proc. (5 vnt. 3.2 lentelėje nurodytų variantų) – tinklo testavimui. Pavyzdyje naudojama 10 paslėptų neuronų sluoksnių. Tiriamuoju atveju mokymo algoritmas su neuroninio tinklo apmokymui skirtais duomenimis atliko 34 iteracijas iki tol, kol buvo pasiektos optimalios neuroninio tinklo apmokymo reikšmės.



3.11 pav. Sugeneruoto neuroninio tinklo patikrinimo langas *Confusion*
Fig. 3.11. Generated neural network test window *Confusion*

Neuroninio tinklo tikslumas įvertinamas sudarius klasifikavimo matricą (3.11 pav). Iš šio paveikslėlio matosi, kad apsimokęs neuroninis tinklas tinklo apmokymui skirtus duomenis teisingai suklasifikavo 95 % atvejų. Apmokymo patikrinimui ir tinklo testavimui skirti duomenys buvo 100 % teisingai suklasifikuoti. Bendras neuroninio tinklo tikslumas – 96,7 %.



3.12 pav. Sugeneruoto neuroninio tinklo patikrinimo langas *Receiver Operating Characteristic*

Fig. 3.12. Generated neural network test window *Receiver Operating Characteristic*

Neuroninio tinklo apmokymo kreivės parodytos 3.12 paveiksle. Šios kreivės naudojamos rezultatų tikslumo įvertinimui, sprendžiant klasifikavimo į dvi grupes uždavinius. Kreivei artėjant prie viršutinio kairiojo kampo didėja atpažinimo sistemos tikslumas. Tiriamuoju atveju visos kreivės (apmokymo duomenų, apmokymo patikrinimo duomenų bei testavimo duomenų) yra viršutiniame kairiajame kampe, tai reiškia, kad tinklo apmokymo rezultatai yra labai tikslūs.

Sukurtas neuroninis tinklas pateikė adekvačius rezultatus. Akivaizdžiai neteisingo pastato sprendinio rezultatas buvo 0,0053, tai yra artimas 0 rezultatas. Teisingo pastato sprendinio rezultatas buvo 0,8796, tai yra artimas 1 rezultatas. Tyrimo metu negauta, tačiau gali pasitaikyti tokių atvejų, kai rezultatas yra apie 0,5. Tuomet būtų neaišku, ar sprendinys priskirtinas prie teisingų, ar prie neteisingų. Autorės nuomone, tokiu atveju sprendinį reikėtų įvertinti pasitelkiant žmogiškuosius išteklius, o neuroninį tinklą apmokyti papildomai. Tačiau panašių atvejų praktikoje didėjant duomenų bazei ir atitinkamai neuroninio tinklo patikimumui turėtų pasitaikyti vis mažiau.

Pasiūlytas sklypo užstatymo erdvinio planavimo modelis praktikoje galėtų būti įgyvendinamas į BIM aplinką integruojant pasiūlyto sklypo užstatymo erdvinio planavimo koncepcinio modelio pagrindu sukurtą duomenų bazę bei dirbtinių neuroninių tinklų teoriją pagrįstą modelį. Įgyvendinus disertacijoje pateiktus pasiūlymus atliekant sklypo užstatymo erdvinį planavimą galima būtų lengvai patikrinti suplanuoto pastato ir sklypo atitiktį privalomųjų reikalavimų visumai. Sukurtas modelis BIM aplinkoje leistų lengvai analizuoti erdvę. Dėl nesunkiai keičiamų (pertvarkomų) sklypo ir pastato sprendinių statybos planavimo etapas būtų įgyvendinamas efektyviai bei tiksliai, būtų priimami visapusiškai įvertinti galutiniai pastato ir sklypo suplanavimo sprendimai.

3.4. Trečiojo skyriaus išvados

1. Nustatyta, kad pagrindiniai pastato erdvinio modelio komponentai, kurie turi įtakos pastato erdviniam planavimui pritaikant BIM technologiją yra pastato vieta sklype, pastato erdvinė forma ir išorės atitvarų charakteristikos. Nuo šių trijų sprendinių grupių priklauso, kokią pastatą galėsime planuoti sklype. BIM technologijos pritaikymas leistų nesunkiai įvertinti bei prireikus keisti pastato tūrinį-erdvinį sprendinį.
2. Disertacijoje sukurtas ir pasiūlytas sklypo užstatymo erdvinio planavimo koncepcinis modelis, kuris įvertina pastato, sklypo, inžinerinių tinklų ir susisiekimo komunikacijų sprendinius. Pasiūlytas sklypo užstatymo erdvinio planavimo algoritmas. Atliekant sklypo užstatymo erdvinį planavimą kiekvienoje iš išskirtų reikalavimų grupių turėtų būti priimami tam tikri sprendiniai. Toliau turi būti patikrinama šių sprendinių atitiktis teisės aktų ir teritorijos planavimo dokumento reikalavimams. Sklypo užstatymo erdvinio planavimo galutinis sprendinys yra tinkamas tik vieninteliu atveju – jeigu yra tinkami visi tarpiniai sprendiniai.

3. Dirbtinių neuroninių tinklų panaudojimas yra aktualus dėl to, kad kiekvienu planavimo atveju geriausi pastato ir sklypo (kaip komplekso) sprendiniai yra vis kitokie, o dirbtinis neuroninis tinklas turi galimybę mokytis iš anksčiau priimtų sprendinių. Todėl pritaikant dirbtinius neuroninius tinklus planavimą ir modeliavimą būtų galima atlikti greičiau, formuoti modelį iš pavyzdžių. Neuroniniam tinklui mokantis jis galėtų greičiau ir tiksliau pastebėti klaidas, numatyti ir pasiūlyti galimus jų ištaisymo būdus, atsižvelgiant į prieš tai projektuotojų priimtus kitų pastatų ir sklypų planavimo sprendimus. Todėl disertacijoje pasirinktas supaprastintas pasiūlyto modelio praktinio pritaikymo pavyzdys naudojant Matlab ir dirbtinius neuroninius tinklus.
4. Disertacijoje sukurtas dalies pasiūlyto koncepcinio modelio neuroninis tinklas pateikė adekvačius rezultatus. Jei praktikoje pasitaikytų neaiškių neuroninio tinklo atsakymų, autorės nuomone, tokiu atveju sprendinį reikėtų įvertinti pasitelkiant žmogiškuosius išteklius, o neuroninį tinklą apmokyti papildomai. Tačiau panašių atvejų praktikoje laikui bėgant, didėjant duomenų bazei ir atitinkamai neuroninio tinklo patikimumui turėtų pasitaikyti vis mažiau.

Bendrosios išvados

1. Atlikus literatūros analizę nustatyta, kad visame pasaulyje, įskaitant Lietuvą, BIM dar tik pradedamas vystyti, nepaisant to, kad kai kuriose šalyse šis procesas pažengęs toliau. Taip pat nustatyta, kad BIM technologija dažniausiai naudojama tik kaip 3D projektavimas ir taikoma pastato projektavimo ir statybos etapuose, o pastato planavimo etape BIM taikomas retai.
2. Kiekvienas pastatas statomas konkrečiame sklype, todėl informacijos apie statinį generavimas ir valdymas turėtų prasidėti nuo informacijos apie teritoriją, kurioje planuojamas statinys, surinkimo ir valdymo. BIM panaudojimas pastato planavimo etape pagerintų esamų aplinkos sąlygų įvertinimą, padėtų modeliuoti pastatą, kitų objektų planavimui ateityje suteiktų išsamesnės informacijos apie aplinką, taip pat būtų naudingas ir vizualizacijos tikslais.
3. Disertacijoje apibrėžta sklypo užstatymo erdvinio planavimo samprata: sklypo užstatymo erdvinis planavimas – tai pastato ir jį supančios aplinkos planavimas skaitmeninėje 3D aplinkoje, panaudojant šiuolaikines kompiuterines technologijas sukuriant virtualų modelį, su kuriuo galima imituoti įvairiausias realias situacijas, elgtis lyg su realiu bei nustatyti suplanuoto pastato ir sklypo atitiktį privalomiesiems reikalavimams.

4. Nustatyti sklypo užstatymo erdvinį planavimą sudarantys elementai, t. y. 3D skaitmeninis teritorijų planavimo dokumentas, reikalavimų pastato tūriniams sprendiniams sistema, reikalavimų privalomųjų sklypo dalių išskyrimui sistema ir preliminarus pastato tūrinis sprendinys. Iš kurių tik preliminarus pastato tūrinis sprendinys erdvinio planavimo metu gali būti keičiamas, kiti paminėti elementai planavimo metu lieka pastovūs.
5. Disertacijoje sukurtas ir pasiūlytas sklypo užstatymo erdvinio planavimo koncepcinis modelis, pritaikytas Lietuvos statybos sektoriui. Koncepciniame modelyje detalai įvertinti pastato, sklypo, inžinerinių tinklų ir susisiekimo komunikacijų sprendiniai. Taip pat pasiūlytas sklypo užstatymo erdvinio planavimo algoritmas.
6. Pasiūlytas sklypo užstatymo erdvinio planavimo modelis praktikoje galėtų būti įgyvendinamas į BIM aplinką integruojant disertacijoje pasiūlyto sklypo užstatymo erdvinio planavimo koncepcinio modelio pagrindu sukurtą duomenų bazę bei dirbtinių neuroninių tinklų teoriją pagrįstą modelį. Tyrimo metu atlikus supaprastinto pasiūlyto modelio praktinį pritaikymą naudojant Matlab ir dirbtinius neuroninius tinklus gautas neuroninio tinklo tikslumas yra 96,7 %.

Literatūra ir šaltiniai

3D CAD browser. 2016. *New York City, Manhattan 3D Model*. Prieiga per internetą: <<http://www.3dcadbrowser.com/download.aspx?3dmodel=40454>> [žiūrėta 2016-02-20].

Abbas, A.; Din Z. U.; Farooqui, R. 2016. Achieving Greater Projects Success & Profitability through Pre-construction Planning: A Case-based Study, *Procedia Engineering* 145: 804–811.

Abdul-Rahman, H.; Wang, C.; Lee, Y. L. 2013. Design and pilot run of fuzzy synthetic model (FSM) for risk evaluation in civil engineering, *Journal of Civil Engineering and Management* 19(2): 217–238.

Abednego, M. P.; Ogunlana, S. O. 2006. Good project governance for proper risk allocation in public–private partnerships in Indonesia, *International Journal of Project Management* 24(7): 622–634.

Adams, F. K. 2008. Risk perception and Bayesian analysis of international construction contract risks: The case of payment delays in a developing economy, *International Journal of Project Management* 26 (2): 138–148.

Aibinu, A. A.; Ling, F. Y. Y.; Ofori, G. 2011. Structural equation modelling of organizational justice and cooperative behaviour in the construction project claims process: contractors' perspectives, *Construction Management and Economics* 29(5): 463–481.

Aksomitas, D. 2015. *Klasifikatorius – terminas, be kurio BIM modelis negali atsieiti* [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <<http://www.darnistatyba.lt/klasifikatorius-ir-bim-modelis/>> [žiūrėta 2015-10-05].

Al-Azemi, K. F.; Bhamra, R.; Salman, A. F. M. 2014. Risk management framework for build, operate and transfer (BOT) projects in Kuwait, *Journal of Civil Engineering and Management* 20(3): 415–433.

Andi. 2006. The importance and allocation of risks in Indonesian construction projects, *Construction Management and Economics* 24(1): 69–80.

Apie BIM metodologijos ir skaitmeninės statybos vystymą Lietuvoje 2014–2020 metų laikotarpyje. 2014. *Skaitmeninė statyba*. Prieiga per internetą: <http://www.skaitmeninestatyba.lt/files/Skaitmenine_statyba_vystymo_Lietuvoje_2014-2020_planas.pdf> [žiūrėta 2015-01-23].

Aplinkos ministerija. 2015. *Tik galiojančių statybos techninių reglamentų sąvadas 2015-09-22* [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <<http://www.am.lt/VI/index.php#a/12476>> [žiūrėta 2015-10-23].

Arimavičiūtė, M. 2011. Savivaldybių strateginės plėtros planavimas užsienio šalių pavyzdžiu, *Socialinių mokslų studijos* 3(1): 59–76.

Banaitienė, N.; Banaitis, A.; Norkus, A. 2011. Risk management in projects: peculiarities of Lithuanian construction companies, *International Journal of Strategic Property Management* 15(1): 60–73.

Barber, R. B. 2005. Understanding internally generated risks in projects, *International Journal of Project Management* 23(8): 584–590.

Berlin business location center. 2016. *Berlin 3D city model*. Prieiga per internetą: <<http://www.businesslocationcenter.de/en/berlin-economic-atlas/the-project>> [žiūrėta 2016-02-20].

Berlo, L. V.; Dijkmans, T.; Stoter, J. 2013. Experiment for integrating dutch 3D spatial planning and BIM for checking building permits. In: *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, ISPRS 8th 3DGeoInfo Conference & WG II/2 Workshop*, 27-29 November 2013. Istanbul: Turkey. Prieiga per internetą: <<http://www.isprs-ann-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/II-2-W1/279/2013/isprsannals-II-2-W1-279-2013.pdf>> [žiūrėta 2015 01 19].

Bexel Consulting. 2015. *VDC/BIM concepts* [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <<http://www.bixelconsulting.com/technology/vdcbim.aspx>> [žiūrėta 2015-01-25].

BIM Alliance Sweden. 2016. *About BIM Alliance* [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <http://www.bimalliance.se/about_bim_alliance> [žiūrėta 2016-08-25].

Bing, L.; Akintoye, A.; Edwards, P. J.; Hardcastle, C. 2005. The allocation of risk in PPP/PFI construction projects in the UK, *International Journal of Project Management* 23(1): 25–35.

Blackwell, B. 2015. *Industrial strategy: government and industry in partnership. Building Information Modelling* [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/34710/12-1327-building-information-modelling.pdf> [žiūrėta 2015-01-25].

Bryde, D.; Broquetas, M.; Volm, J. M. 2013. The project benefits of Building Information Modelling (BIM), *International Journal of Project Management* 31(7): 971–980.

Buildingsmart. 2016. *BuildingSMART is the worldwide authority driving the transformation of the built asset economy through creation & adoption of open, international standards* [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <<http://buildingsmart.org/about/>> [žiūrėta 2016-01-25].

Cao, D.; Wang, G.; Li, H.; Skitmore, M.; Huang, T.; Zhang, W. 2015. Practices and effectiveness of building information modelling in construction projects in China, *Automation in Construction* 49: 113–122.

Chen, K.; Lu, W.; Peng Y.; Rowlinson, S.; Huang, G.Q. 2015. Bridging BIM and building: From a literature review to an integrated conceptual framework, *International Journal of Project Management* 33(6): 1405–1416.

Chen, L. C.; Wu, C. H.; Shen, T. S.; Chou, C. C. 2014. The application of geometric network models and building information models in geospatial environments for fire-fighting simulations, *Computers, Environment and Urban System* 45: 1–12.

Chen, Z.; Li, H.; Ren, H.; Xu, Q.; Hong, J. 2011. A total environmental risk assessment model for international hub airports, *International Journal of Project Management* 29(7): 856–866.

Chien, K. F.; Wu, Z. H.; Huang, S. C. 2014. Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study, *Automation in Construction* 45: 1–15.

Cirulis, A.; Brigmanis, K. B. 2013. 3D Outdoor Augmented Reality for Architecture and Urban Planning, *Procedia Computer Science* 25: 71–79.

CPIC. 2016. *What is CPIC* [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <<http://www.cpic.org.uk/about-us/>> [žiūrėta 2016-04-03].

Ding, L. Y.; Zhong, B. T.; Wu, S.; Luo, H. B. 2016. Construction risk knowledge management in BIM using ontology and semantic web technology, *Safety Science* 87: 202–213.

Dolas, C.; Dieckmann, A.; Russell, P. 2013. Building Your Own Urban Tool Kit. In *Computation and Performance - Proceedings of the 31st eCAADe Conference*, 18-20 September 2013. Delft: The Netherlands. Prieiga per internetą: <<http://www.ecaade.org/downloads/ecaade2013-vol-1-lowres.pdf>> [žiūrėta 2016-01-28].

Doloi, H. 2012. Understanding impacts of time and cost related construction risks on operational performance of PPP projects, *International Journal of Strategic Property Management* 16(3): 316–337.

Eadie, R.; Browne, M.; Odeyinka, H.; McKeown, C.; McNiff, S. 2013. BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis, *Automation in Construction* 36: 145–151.

Eastman, C.; Teicholz, P.; Sacks, R.; Liston, K. 2008. *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 490 p.

Elbakidze, M.; Dawson, L.; Andersson, K.; Axelsson, R.; Angelsman, P.; Stjernquist, I.; Teitelbaum, S.; Schlyter, P.; Thellbro, C. 2015. Is spatial planning a collaborative learning process? A case study from a rural-urban gradient in Sweden, *Land Use Policy* 48: 270–285.

Elektros linijų ir instaliacijos įrengimo taisyklės. 2011. Patvirtinta Lietuvos Respublikos energetikos ministro 2011 m. gruodžio 20 d. įsakymu Nr. 1-309.

El-Mekawy, M. 2010. *Integrating BIM and GIS for 3D City Modelling. The Case of IFC and CityGML*. Sweden: Royal Institute of Technology. 60 p.

El-Mekawy, M.; Östman, A.; Hijazi, I. 2012. A Unified Building Model for 3D Urban GIS, *ISPRS International Journal of Geo-Information* 1: 120–145.

El-Sayegh, S. M. 2007. Risk assessment and allocation in the UAE construction industry, *International Journal of Project Management* 26 (4): 431–438.

Europos pralaimo ir tarybos reglamentas (ES) Nr. 305/2011. 2011. Prieiga per internetą: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriS-erv.do?uri=OJ:L:2011:088:0005:0043:LT:PDF>> [žiūrėta 2014-12-10].

Flanagan, R.; Norman, G. 1999. *Risk management and construction*. Oxford: Blackwell Science Ltd. 208 p.

Flannery, W.; Lynch, K.; Cinneide, M. O. 2015. Consideration of coastal risk in the Irish spatial planning process, *Land Use Policy* 43: 161–169.

Foster, J. 2011. *PointKnown cited in Autodesk Energy Modeling White Paper: BIM* [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <<http://frombulator.com/2011/06/pointknown-cited-in-autodesk-reality-capture-white-paper-bim/>> [žiūrėta 2016-04-03].

Gaisrinės saugos normos teritorijų planavimo dokumentams rengti. 2014. Patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamento prie Vidaus reikalų ministerijos direktoriaus 2013 m. gruodžio 31 d. įsakymu Nr. D1-995/1-312.

Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai. 2010. Patvirtinta Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamento prie Vidaus reikalų ministerijos direktoriaus 2010 m. gruodžio 7 d. įsakymu Nr. 1-338.

Goncalves, J.; Ferreira, J. A. 2015. The planning of strategy: A contribution to the improvement of spatial planning, *Land Use Policy* 45: 86–94.

Gyvenamųjų pastatų gaisrinės saugos taisyklės. 2011. Patvirtinta Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamento prie Vidaus reikalų ministerijos direktoriaus 2011 m. vasario 22 d. įsakymu Nr. 1-64.

Hassanein, A. A. G.; Afify, H. M. F. 2007. A risk identification procedure for construction contracts – a case study of power station projects in Egypt, *Civil Engineering and Environmental Systems* 24(1): 3–14.

Heravi, A.; Coffey, V.; Trigunarsyah, B. 2015. Evaluating the level of stakeholder involvement during the project planning processes of building projects, *International Journal of Project Management* 33: 985–997.

Jain, M.; Pathak, K. K. 2014. Application of Artificial Neural Network in Construction Engineering and Management – A Review, *International Journal of Engineering Technology, Management and Applied Sciences* 2(3): 134–142.

Jiao, Y.; Zhang, S.; Li, Y.; Wang, Y.; Yang, B. 2013. Towards cloud Augmented Reality for construction application by BIM and SNS integration, *Automation in Construction* 33: 37–47.

Jun, L.; Qiuzhen, W.; Qingguo, M. 2011. The effects of project uncertainty and risk management on IS development project performance: A vendor perspective, *International Journal of Project Management* 29(7): 923–933.

Kartam, N. A.; Kartam, S. A. 2001. Risk and its management in the Kuwaiti construction industry: a contractors' perspective, *International Journal of Project Management* 19(6): 325–335.

Ke, Y.; Wang, S. Q.; Chan, A. P. C. 2012. Risk management practice in China's Public-Private Partnership projects, *Journal of Civil Engineering and Management* 18(5): 675–684.

Ke, Y.; Wang, S. Q.; Chan, A. P. C.; Lam, P. T. I. 2010. Preferred risk allocation in China's public-private partnership (PPP) projects, *International Journal of Project Management* 28(5): 482–492.

Khattab, A. A.; Anchor, J.; Davies, E. 2007. Managerial perceptions of political risk in international projects, *International Journal of Project Management* 25(7): 734–743.

Khodeir, L. M.; Mohamed, A. H. M. 2015. Identifying the latest risk probabilities affecting construction projects in Egypt according to political and economic variables. From January 2011 to January 2013, *HBRC Journal* 11: 129–135.

Kim, J. I.; Kim, J.; Fischer, M.; Orr, R. 2015. BIM-based decision-support method for master planning of sustainable large-scale developments, *Automation in Construction* 58: 95–108.

Klitgaard, T. 2014. Digital construction advances in Denmark. Developing the CUNECO classification system, project outcomes. Suggestions for Lithuania. In: *Conference on Digital Construction*, 25 April 2014. Vilnius: Lithuania.

Komarovska, A. 2013. *Teritorijų planavimo proceso daugiataktis vertinimas investiciniu aspektu*: daktaro disertacija. Technologijos mokslai, statybos inžinerija (02T). Vilnius, VGTU. 151 p.

Kumar, S. S.; Cheng, J. C. P. 2015. A BIM-based automated site layout planning framework for congested construction sites, *Automation in Construction* 59: 24–37.

Kutsch, E.; Hall, M. 2010. Deliberate ignorance in project risk management, *International Journal of Project Management* 28(3): 245–255.

Lam, K. C.; Wang, D.; Lee, P. T. K.; Tsang, Y. T. 2007. Modelling risk allocation decision in construction contracts, *International Journal of Project Management* 25(5): 485–493.

Lietuvos vyriausiojo administracinio teismo teisėjų kolegijos nutartis. 2007. A. S., B. S., T. Z. v. Vilniaus miesto savivaldybės taryba, Vilniaus miesto savivaldybės administracija (bylos Nr. A³-64-07).

Lietuvos vyriausiojo administracinio teismo teisėjų kolegijos nutartis. 2011. Romainių bendruomenės centras v. Kauno miesto savivaldybės taryba (bylos Nr. A⁵²⁵-1470/2011).

Lin, Y.-C. 2014. Construction 3D BIM-based knowledge management system: a case study, *Journal of Civil Engineering and Management* 20(2): 186–200.

Lin, Y.-C. 2015. Use of BIM approach to enhance construction interface management: a case study, *Journal of Civil Engineering and Management* 21(2): 201–217.

LR Aplinkos apsaugos įstatymas. 1992. Lietuvos aidas, 1992, Nr. 20-0 (1992 01 30).

LR Civilinis kodeksas. 2000. Valstybės žinios, 2000, Nr. 74-2262.

LR Geriamojo vandens ir nuotekų tvarkymo įstatymas. 2014. TAR 2014-06-17, i. k. 2014-07685.

LR Kelių įstatymas. 2002. Valstybės žinios, 2002, Nr. 101-4492 (2002 10 23).

LR Miškų įstatymas. 2001. Valstybės žinios, 2001, Nr. 35-1161 (2001 04 25).

LR Nekilnojamojo kultūros paveldo apsaugos įstatymas. 2005. Valstybės žinios, 1995, Nr. 3-37. Nauja įstatymo redakcija nuo 2005 m. balandžio 19 d. Nr. IX-2452, 2004-09-28, Valstybės žinios, 2004, Nr. 153-5571 (2004-10-19).

LR Nekilnojamojo turto kadastro įstatymas. 2000. Valstybės žinios, 2000, Nr. 58-1704 (2000 07 19).

LR Saugomų teritorijų įstatymas. 2001. Valstybės žinios, 2001, Nr. 108-3902 (2001-12-28).

LR Šilumos ūkio įstatymas. 2008. Valstybės žinios, 2007, Nr. 130-5259 (2007 12 11).

LR Statybos įstatymas. 2002. Valstybės žinios, 1996, Nr. 32-788. Nauja įstatymo redakcija nuo 2002 m. liepos 1 d. Nr. IX-583, 2001-11-08, Valstybės žinios, 2001, Nr. 101-3597 (2001-11-30).

LR Teritorijų planavimo įstatymas. 2014. Valstybės žinios, 1995, Nr. 107-2391. Nauja įstatymo redakcija nuo 2014 m. sausio 1 d. Nr. XII-407, 2013-06-27, Valstybės žinios, 2013, Nr. 76-3824 (2013-07-16).

LR Želdynų įstatymas. 2007. Valstybės žinios, 2007, Nr. 80-3215 (2007 07 19).

LR Žemės įstatymas. 2004. Valstybės žinios, 2004, Nr. 28-868 (2004-02-21).

Lukšys, K. 2007. Logistinio generatoriaus aproksimacija neuroniniais tinklais. Ataskaita. Prieiga per internetą: <[http://www.personalas.ktu.lt/D_Neuroniniai_tinklai_Log-Map_\(ataskaita\)\(K.Luksys\)_v6.doc](http://www.personalas.ktu.lt/D_Neuroniniai_tinklai_Log-Map_(ataskaita)(K.Luksys)_v6.doc)> [žiūrėta 2016-03-03].

Lutz, D. 2014. *The State of BIM and GIS Interoperability* [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <<https://blog.safe.com/2014/12/state-future-bim-gis-interoperability/>> [žiūrėta 2016-01-19].

Mandryka, R.; Česnulevičius, A. 2009. Mechaninių komponentų gamybos kaštų prognozavimo metodai. In: *Jaunųjų mokslininkų ir studentų konferencija „Technologijos mokslai šiandien ir rytoj“*, Gruodžio 4, 2009. Panevėžys: Lietuva. Prieiga per internetą: <<http://www.ppf.ktu.lt/konferencijos/tva/archyvas/tmsr/tmsr-2009.pdf>> [žiūrėta 2016-03-04].

Markevičienė, J. 2015. Miestas kaip sąstai: apie normas ir laisves, kuriant miesto architektūrą, *Architektūros kokybės kriterijai: Mokslo straipsnių rinkinys*. Vilnius: Technika. 240 p.

Medžių ir krūmų veisimo, vejų ir gėlynų įrengimo taisyklės. 2007. Patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. gruodžio 29 d. įsakymu Nr. D1-717.

Meža, S.; Turk, Ž.; Dolenc, M. 2014. Component based engineering of a mobile BIM-based augmented reality system, *Automation in Construction* 42: 1–12.

Miettinen, R.; Paavola, S. 2014. Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling, *Automation in Construction* 43: 84–91.

Migilinskas, D.; Galdikas, L.; Šarka, V. 2013. Pastato informacinio modelio duomenų mainų taikant IFC standartą tyrimas, *Mokslas – Lietuvos ateitis* 5(5): 492–497.

Mill, T.; Alt, A.; Liias, R. 2013. Combined 3D building surveying techniques terrestrial laser scanning (TLS) and total station surveying for BIM data management purposes, *Journal of Civil Engineering and Management* 19(Supplement 1): S23–S32.

Nekilnojamojo turto objektų kadastrinių matavimų ir kadastro duomenų surinkimo bei tikslinimo taisyklės. 2002. Patvirtintos Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro 2002 m. gruodžio 30 d. įsakymu Nr. 522 (Valstybės žinios, 2003-02-21, Nr. 18-790).

Ng, A.; Loosemore, M. 2007. Risk allocation in the private provision of public infrastructure, *International Journal of Project Management* 25(1): 66–76.

Nieto-Morote, A.; Ruz-Vila, F. 2011. A fuzzy approach to construction project risk assessment, *International Journal of Project Management* 29(2): 220–231.

Niu, A.; Pan, W.; Zhao, Y. 2015. A BIM-GIS Integrated Web-based Visualization System for Low Energy Building Design, *Procedia Engineering* 121: 2184–2192.

Patvirtinti detalieji planai. 2016. *Panevėžio miesto savivaldybės 2014 m. patvirtinti detalieji planai*. Prieiga per internetą: <<http://www.panevezys.lt/lt/veikla/veiklos-sritys/architekturos-ir-urbanistikos-skyrius/teritoriju-planavimas-1985/patvirtinti-detalieji-planai/2014-m.-patvirtinti-wudj.html>> [žiūrėta 2016-02-20].

Paviršinių vandens telkinių apsaugos zonų ir pakrančių apsaugos juostų nustatymo tvarkos aprašas. 2007. Patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2001 m. lapkričio 7 d. įsakymu Nr. 540 (Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. vasario 14 d. įsakymo Nr. D1-98 redakcija).

Peng, S. K.; Khoo, V. 2014. *Mapping Singapore in 3D*. Prieiga per internetą: <<http://www.clc.gov.sg/documents/books/Mapping%20Singapore%20in%203D.pdf>> [žiūrėta 2016-04-03].

Perminova, O.; Gustafsson, M.; Wikström, K. 2008. Defining uncertainty in projects – a new perspective, *International Journal of Project Management* 26(1): 73–79.

Popov, V. 2014. BIM/PLM Bentley Platform. In: *Conference on Digital Construction*, 25 April 2014. Vilnius: Lithuania.

Popov, V. 2015. *Susitikimų vieta – IFC* [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <<http://www.darnistatyba.lt/susitikimu-vieta-ifc/>> [žiūrėta 2015-10-05].

Popov, V. 2016. *VGTV mokslininkai kuria pirmąjį Lietuvoje skaitmeninį miestelį* [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <<http://naujienos.vgtu.lt/naujienos/universiteto-pul-sas/vgtu-mokslininkai-kuria-pirmaji-lietuvoje-skaitmenini-miesteli/165052>> [žiūrėta 2016-06-20].

Popov, V.; Juocevičius, V.; Migilinskas, D.; Ustinovichius, L.; Mikalauskas, S. 2010. The use of a virtual building design and construction model for developing an effective project concept in 5D environment, *Automation in Construction* 19(3): 357–367.

Porwal, A.; Hewage, K. N. 2013. Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects, *Automation in Construction* 31: 204–214.

Priklausomųjų želdynų normų (plotų) nustatymo tvarkos aprašas. 2014. Patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. gruodžio 21 d. įsakymu Nr. D1-694. Pakeista Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2014 m. sausio 14 d. įsakymu Nr. D1-36.

Rafiee, A.; Dias, E.; Fruijtier, S.; Scholten, H. 2014. From BIM to geo-analysis: view coverage and shadow analysis by BIM/GIS integration, *Procedia Environmental Sciences* 22: 397–402.

Rafindadi, A. D.; Mikic, M.; Kovačic, I.; Cekic, Z. 2014. Global Perception of Sustainable Construction Project Risks, *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 119: 456–465.

Reed, A. H.; Knight, L. V. 2010. Effect of a virtual project team environment on communication-related project risk, *International Journal of Project Management* 28(5): 422–427.

REGIA. 2016. *Geoinformacinės aplinkos paslaugos Regia vartotojo vadovas registruotiems vartotojams*. Prieiga per internetą: <http://www.regia.lt/sites/default/files/bylos/vadovai/vadovas_vid.pdf?ver=1404677942000> [žiūrėta 2016-03-06].

Reizgevicius, M.; Ustinovichius, L.; Simanaviciene, R.; Rasiulis, R.; Peliksa, M. 2014. The evaluation and justification of the effectiveness of 4D CAD using multi-criteria analysis, *Journal of Civil Engineering and Management* 20(6): 884–892.

Rezgui, Y.; Beach, T.; Rana, O. 2013. A governance approach for BIM management across lifecycle and supply chains using mixed-modes of information delivery, *Journal of Civil Engineering and Management* 19(2): 239–258.

Rizikos valdymas. 2012. *Rizikos valdymas* [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <http://distance.ktu.lt/kursai/verslumas/finansu_valdymas_II/117012.html> [žiūrėta 2012-10-17].

Rohaninejad, M.; Bagherpour, M. 2013. Application of risk analysis within value management: a case study in dam engineering, *Journal of Civil Engineering and Management* 19(3): 364–374.

Sanderson, J. 2012. Risk, uncertainty and governance in megaprojects: A critical discussion of alternative explanations, *International Journal of Project Management* 30 (4): 432–443.

Sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklės. 2004. Patvirtinta Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2004 m. rugpjūčio 19 d. įsakymu Nr. V-586.

Schieg, M. 2006. Risk management in construction project management, *Journal of Business Economics and Management* 7(2): 77–83.

Serpella, A. F.; Ferrada, X.; Howard, R.; Rubio, L. 2014. Risk management in construction: a knowledge-based approach, *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 119: 653–662.

Skaitmeninės statybos Lietuvoje gairės 2014–2020. 2014. *Skaitmeninė statyba*. Prieiga per internetą: <http://www.skaitmeninestatyba.lt/files/140724_Skaitmenines_statybos_Lietuvoje_2014-2020_GAIRES_v2.pdf> [žiūrėta 2015-10-04].

Specialiosios žemės ir miško naudojimo sąlygos. 1996. Patvirtinta Lietuvos Respublikos Vyriausybės 1992 m. gegužės 12 d. nutarimu Nr. 343.

Statyba ir architektūra. 2015. *Statybų sektoriaus efektyvumo bus siekiama ji skaitmenizuojant* [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <<http://sa.lt/statybu-sektoriaus-efektyvumo-bus-siekiama-ji-skaitmenizuojant/>> [žiūrėta 2015-09-29].

Statybos techninis reglamentas STR 1.01.05:2002 „Normatyviniai statybos techniniai dokumentai“. 2002. Patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2002 m. balandžio 12 d. įsakymu Nr. 173 (Valstybės žinios, 2002-04-24, Nr. 42-1586).

Statybos techninis reglamentas STR 1.01.09:2003 „Statinių klasifikavimas pagal jų naudojimo paskirtį“. 2003. Patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2003 m. birželio 11 d. įsakymu Nr. 289 (Valstybės žinios, 2003-06-18, Nr. 58-2611).

Statybos techninis reglamentas STR 2.01.01(2):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Gaisrinė sauga“. 1999. Patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 1999 m. gruodžio 27 d. įsakymu Nr. 422 (Valstybės žinios, 2000-02-25, Nr. 17-424).

Statybos techninis reglamentas STR 2.01.07:2003 „Pastatų vidaus ir išorės aplinkos apsauga nuo triukšmo“. 2003. Patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2003 m. liepos 17 d. įsakymu Nr. 387 (Valstybės žinios, 2003, Nr. 79-3614).

Statybos techninis reglamentas STR 2.02.01:2004 „Gyvenamieji pastatai“. 2004. Patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2003 m. gruodžio 24 d. įsakymu Nr. 705 (Valstybės žinios, 2004-02-12, Nr. 23-721).

Statybos techninis reglamentas STR 2.02.02:2004 „Visuomeninės paskirties statiniai“. 2004. Patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2004 m. vasario 27 d. įsakymu Nr. D1-91 (Valstybės žinios, 2004-04-15, Nr. 54-1851).

Statybos techninis reglamentas STR 2.02.09:2005 „Vienbučiai ir dvibučiai gyvenamieji pastatai“. 2005. Patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2005 m. liepos 1 d. įsakymu Nr. D1-338 (Valstybės žinios, 2005, Nr. 93-3464).

Statybos techninis reglamentas STR 2.03.01:2001 „Statiniai ir teritorijos. Reikalavimai žmonių su negalia reikmėms“. 2001. Patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2001 m. birželio 14 d. įsakymu Nr. 317 (Valstybės žinios, 2001, Nr. 53-1898).

Statybos techninis reglamentas STR 2.05.20:2006 „Langai ir išorinės įėjimo durys“. 2006. Patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2006 m. vasario 1 d. įsakymu Nr. D1-62 (Valstybės žinios, 2006-02-13, Nr. 18-643).

Statybos techninis reglamentas STR 2.06.04:2014 „Gatvės ir vietinės reikšmės keliai. Bendrieji reikalavimai“. 2014. Patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2014 m. birželio 17 d. įsakymu Nr. D1-533 (Teisės aktų registras, 2014, Nr. 2014-20578).

Stauskis, G. 2014. Development of methods and practices of virtual reality as a tool for participatory urban planning: a case study of Vilnius City as an example for improving environmental, social and energy sustainability, *Energy, Sustainability and Society* 4(7): 1–13.

Succar, B. 2015. *Understanding model uses* [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <<http://www.bimthinkspace.com/>> [žiūrėta 2016-04-03].

Sudmeier-Rieux, K.; Paleo, U. F.; Garschagen, M.; Estrella, M.; Renaud, F. G.; Jayboedoff, M. 2015. Opportunities, incentives and challenges to risk sensitive land use planning: Lessons from Nepal, Spain and Vietnam, *International Journal of Disaster Risk Reduction* 14(3): 205–224.

Tegtmeier, W.; Zlatanova, S.; Oosterom, P. J. M. V.; Hack, H. R. G. K. 2014. 3D-GEM: Geo-technical extension towards an integrated 3D information model for infrastructural development, *Computers & Geosciences* 64: 126–135.

Teritorijų planavimo normos. 2014. Patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2014 m. sausio 2 d. įsakymu Nr. D1-7.

The American Institute of Architects. 2016. *Innovative capture and modeling of existing building conditions using 3D laser scanning* [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <<http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aia081592.pdf>> [žiūrėta 2016-04-03].

The Computer Integrated Construction Research Group. 2011. *Building Information Modeling Project Execution Planning Guide*. The Pennsylvania State University. 125 p.

Torp, O.; Belay, A. M.; Thodesen, C.; Klakegg, O. J. 2016. Cost Development Over-time at Construction Planning Phase: Empirical Evidence from Norwegian Construction Projects, *Procedia Engineering* 145: 1177–1184.

TPDRIS. 2016. *Apie sistemą*. Prieiga per internetą: <<http://www.tpdris.lt/web/guest/apie-sistema>> [žiūrėta 2016-04-28].

Tserng, H.-P.; Ho, S.-P.; Jan, S.-H. 2014. Developing BIM-assisted as-built schedule management system for general contractors, *Journal of Civil Engineering and Management* 20(1): 47–58.

Turskis, Z.; Gajzler, M.; Dziadosz, A. 2012. Reliability, Risk Management, and Contingency of Construction Processes and Projects, *Journal of Civil Engineering and Management* 18(2): 290–298.

U.S. General Services Administration Public Buildings Service. 2016. *The Site Selection Guide*. Prieiga per internetą: <http://www.gsa.gov/graphics/pbs/GSA_Site_Selection_Guide_R2-sY2-i_0Z5RDZ-i34K-pR.pdf> [žiūrėta 2016-04-03].

Underwood, J.; Isikdag, U. 2010. *Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies*. Information Science Reference: New York. 756 p.

Valaitis, V. 2013. *Judesių gamtoje ir dirbtinėse sistemose mokymasis*. Ataskaita. Prieiga per internetą: <http://www.mii.lt/files/vu_mif_valaitis_2013_at.pdf> [žiūrėta 2016-03-03].

Vanags, J.; Butane, I. 2013. Major Aspects of Development of Sustainable Investment Environment in Real Estate Industry, 11th International Conference on Modern Building Materials, Structures and Techniques, MBMST 2013, *Procedia Engineering* 57: 1223–1229.

VEPS. 2015. *Virtual Environmental Planning* [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <<http://www.veps3d.org/site/242.asp>> [žiūrėta 2015-02-20].

Visuomeninių statinių gaisrinės saugos taisyklės. 2011. Patvirtinta Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamento prie Vidaus reikalų ministerijos direktoriaus 2011 m. sausio 17 d. įsakymu Nr. 1-14.

Volk, R.; Stengel, J.; Schultmann, F. 2014. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings — Literature review and future needs, *Automation in Construction* 38: 109–127.

Wang, J.; Yuan, H. 2011. Factors affecting contractors' risk attitudes in construction projects: Case study from China, *International Journal of Project Management* 29 (2): 209–219.

Wang, X.; Love, P. E. D.; Kim, M. J.; Park, C.-S.; Sing, C.-P.; Hou, L. 2013. A conceptual framework for integrating building information modeling with augmented reality, *Automation in Construction* 34: 37–44.

Wibowo, A.; Mohamed, S. 2010. Risk criticality and allocation in privatised water supply projects in Indonesia, *International Journal of Project Management* 28(5): 504–513.

Wong, A. K. D.; Wong, F. K. W.; Nadeem, A. 2009. *Comparative roles of major stakeholders for the implementation of BIM in various countries*. Prieiga per internetą:

<https://www.researchgate.net/profile/Francis_Wong3/publication/228743459_Comparative_Roles_of_Major_Stakeholders_for_the_Implementation_of_BIM_in_Various_Countries/links/55345ebe0cf20ea0a076ad84.pdf> [žiūrėta 2016-04-03].

Xu, Y.; Lu, Y.; Chan, A. P. C.; Skibniewski, M. J.; Yeung, J. F. Y. 2012. A computerized risk evaluation model for public-private partnership (PPP) projects and its application, *International Journal of Strategic Property Management* 16(3): 277–297.

Xu, Y.; Yang, Y.; Chan, A. P. C.; Yeung, J. F. Y.; Cheng, H. 2011. Identification and Allocation of Risks Associated with PPP Water Projects in China, *International Journal of Strategic Property Management* 15(3): 275–294.

Zavadskas, E. K.; Turskis, Z.; Tamošaitienė, J. 2010. Risk assessment of construction projects, *Journal of Civil Engineering and Management* 16(1): 33–46.

Zayed, T.; Amer, M.; Pan, J. 2008. Assessing risk and uncertainty inherent in Chinese highway projects using AHP, *International Journal of Project Management* 26(4): 408–419.

Zeibak-Shini, R.; Sacks, R.; Ma, L.; Filin, S. 2016. Towards generation of as-damaged BIM models using laser-scanning and as-built BIM: First estimate of as-damaged locations of reinforced concrete frame members in masonry infill structures, *Advanced Engineering Informatics* 30(3): 312–326.

Žemės naudojimo būdų turinio aprašas. 2013. Patvirtintas Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro ir Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2013 m. gruodžio 11 d. įsakymu Nr. 3D-830/D1-920 (Valstybės žinios, 2013-12-14, Nr. 128-6536).

Zhang, H. 2007. A redefinition of the project risk process: Using vulnerability to open up the event-consequence link, *International Journal of Project Management* 25(7): 694–701.

Zou, P. X. W.; Li, J. 2010. Risk identification and assessment in subway projects: case study of Nanjing Subway Line 2, *Construction Management and Economics* 28(12): 1219–1238.

Zou, P. X. W.; Zhang, G.; Wang, J. 2007. Understanding the key risks in construction projects in China, *International Journal of Project Management* 25(6): 601–614.

Autorės mokslinių publikacijų disertacijos tema sąrašas

Straipsniai recenzuojamuose mokslo žurnaluose

Komarovska, A.; Ustinovičius, L.; Peckienė, A. 2015a. The multicriteria assessment of the spatial planning process: the aspect of investment, *Journal of Civil Engineering and Management* 21(8): 1070–1084. ISSN 1392-3730 / eISSN 1822-3605.
<http://dx.doi.org/10.3846/13923730.2015.1064469>. (ISI Web of Science).

Komarovska, A.; Peckienė, A.; Rasiulis, R.; Čepurnaitė, J. 2015b. Анализ процесса территориального планирования в Литве, Польше и Германии, *Economics and Management* 7(1): 407–431. ISSN: 2080-9646.

Peckienė, A. 2015. Teritorijų planavimo teisinės informacijos integracijos į statinio skaitmeninį modelį gairės, *Mokslas – Lietuvos ateitis* 7(5): 514–519.
<http://dx.doi.org/10.3846/mla.2015.847>.

Ustinovičius, L.; Peckienė, A.; Popov, V. 2017. A model for spatial planning of site and building using BIM methodology, *Journal of Civil Engineering and Management* 23(2): 173–182. ISSN 1392-3730 / eISSN 1822-3605.
<http://dx.doi.org/10.3846/13923730.2016.1247748>. (ISI Web of Science).

Straipsniai kituose leidiniuose

Peckienė, A.; Komarovska, A.; Ustinovicius, L. 2013. Overview of Risk Allocation between Construction Parties, in *11th international conference on modern building materials, structures and techniques (MBMST)*, May 16–17, 2013, Vilnius, Lithuania, *Procedia Engineering* 57, p. 889–894. <http://dx.doi:10.1016/j.proeng.2013.04.113>. (ISI Proceedings).

Peckienė, A. 2014. Daugiakriterė rizikų rangos sutarties vykdymo metu analizė, iš *Statyba, 17-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“* straipsnių rinkinys, Vilnius: Technika, p. 1–8. eISBN 978-609-457-694-2.

Summary in English

Introduction

Formulation of the problem

Development of construction sector requires operative decisions, so more and more there is a need in the construction process to use information technology. The goal is to model buildings, manage the entire construction process and use the building by processing and sharing the building information in the digital environment, i.e. using BIM methodology. Digital construction development is the priority direction of activities worldwide, including Lithuania (Skaitmeninės statybos... 2014; Volk *et al* 2014).

Life cycle of any building starts with its planning. The most efficient decisions are made at the building planning or pre-design phase: costs of changing the decisions made at this phase (in terms of time and financial resources) are lowest compared to those of changes of solutions introduced at the design and especially at the construction phase (Eastman *et al.* 2008; Bryde *et al.* 2013; Abbas *et al.* 2016). Success of architectural design solutions, ease of use of the site and the building as well as economic indicators of project implementation depend largely on the decisions made at the planning phase (Heravi *et al.* 2015).

Buildings are located on certain territories (sites). Spatial planning documents include certain requirements for both the site and buildings constructed on such sites. Currently, spatial planning and building design processes are usually carried out separately from each other. To ensure as rational and efficient construction project implementation as possible, greater attention should be paid to the building planning phase. Requirements

of the spatial planning documentation should be taken into account at the building planning phase. Currently, in Lithuania, at the building planning phase, it is necessary to carry out construction survey, obtain terms of access, special requirements, collect information from the spatial planning documents, real property cadastre and register, and to complete other preparation works. This notwithstanding, the building planning phase is not regulated in much detail. To ensure clearer, more informative and beneficial building planning phase (as an initial element of the construction process), it is necessary to develop a building planning model linked to the spatial planning system which would serve as a basis for the future comprehensive building information modeling. It should also be noted that different countries regulate the construction process differently; therefore, it is necessary to develop a site and building spatial planning model adapted to the Lithuanian construction sector.

Relevance of the thesis

Building information modeling (BIM) process (Blackwell 2015; Chen *et al.* 2015), spatial planning problems is widely analysed by scientists worldwide. There are only few studies dedicated to both spatial planning and building information modeling. Usually, a building information model and one or several aspects of the spatial planning, eg., insolation, building up of the surrounding area, or specifics of software integration are addressed (Kim *et al.* 2015; Chen *et al.* 2014; Niu *et al.* 2015). However, to develop as accurate building information model as possible, it is necessary to collect and assess complete and comprehensive information on the territory, on which the building is to be constructed at the earliest possible phase. The conceptual site and building spatial planning model developed in the dissertation and adapted to the Lithuanian construction sector. If applied in practice, the model would allow quickly altering the main parameters of the building (measurements, three-dimensional shape, etc.) and immediately checking the compliance of the designed building with the requirements of the spatial planning documentation and other applicable legislation on construction. This would allow choosing the most rational initial model of the building, based on which detailed design can be prepared, without wasting much time.

The object of the research

The object of research – site and building spatial planning in the digital BIM environment, in assessment with territorial planning documents and Lithuanian construction legislation.

The aim of the thesis

The aim of the research is to develop a conceptual model of digital site and building spatial planning system, taking into account the requirements of spatial planning documents and legislation on construction.

The objectives of the thesis

To achieve the aim of the research, the following objectives are to be carried out:

1. To analyse the current situation regarding the possibility to use BIM at the building planning phase and to carry out feasibility analysis.
2. To define the concept of site and building spatial planning.

3. To analyse the legal environment and review digital tools, in order to define a framework for the site and building spatial planning.
4. To identify elements of site and building spatial planning and develop conceptual site and building spatial planning model for the BIM environment and apply it to the Lithuanian construction sector.
5. To identify and propose the possibilities for developing the created model and present an example of practical application of the model.

Research methodology

The dissertation was prepared based on foreign and Lithuanian scientific sources analysis, synthesis and generalization. In order to achieve the objective of the work, was apply research methods – data comparison, grouping, detail. In determining the requirements of the law was carried out in the Republic of Lithuania adopted laws and laws accompanying legislative review, analysis and structuring. Only applicable versions of the legal documents were used for the research; legal documents were accessed on the official websites of the institutions of the Republic of Lithuania. An example of practical application of part of the model is presented using Matlab and artificial neural networks.

Scientific novelty of the thesis

When drawing up the dissertation, the following results, which are new in the field of civil engineering, were obtained:

1. The concept of site and building spatial planning was defined.
2. Additional step in the first BIM phase (building planning), i.e. building and site spatial planning, was proposed. The necessary elements of building and site spatial planning were identified.
3. Conceptual model for building and site spatial planning in the BIM environment was developed and the developed model was adapted to the Lithuanian construction sector.
4. It was found that, to speed up the process of building and site spatial planning, a building model can be developed using samples; artificial neural networks can be used to perform this task.

Practical value of the research findings

The research results could be useful to investment project developers, designers, builders (customers) and other persons participating in the building planning phase. The results can also be applied by the state institutions inspecting the compliance of planned buildings with the requirements of the applicable legislation.

Defended statements

1. In the BIM environment, the building planning phase can be supplemented (modified in part) by the building and site spatial planning phase, analysing the information on the building environment (i.e. site) and ensuring more rational implementation of the construction project.

2. Building and site spatial planning consists of four main groups of solutions: requirements for volume-related solutions of the building, requirements for the mandatory elements of the site, 3D digital spatial planning document and preliminary volume of the building. Of these, only preliminary volume-related solution of the building can be modified at the spatial planning phase. The remaining elements remain unchanged during the planning.
3. The proposed conceptual model for building and site spatial planning allows for a detailed and comprehensive assessment of the main building, site, utilities network and transport communication solutions for the building.

Approval of the research findings

Six scientific articles on the topic of the dissertation were published: two articles were published in a scientific journals, included in the Thomson ISI list (Komarovska *et al.* 2015a; Ustinovičius *et al.* 2017), two articles were published in other peer reviewed journals (Komarovska *et al.* 2015b; Peckienė 2015), one article was published in peer reviewed international conference materials (Peckienė *et al.* 2013), and one article was published in a Lithuanian set of conference articles (Peckienė 2014).

The results of the research covered by the dissertation were presented in three scientific conferences:

1. 11th International Conference Modern Building Materials, Structures and Techniques, MBMST 2013.
2. 12th International Conference Modern Building Materials, Structures and Techniques, MBMST 2016.
3. 17th Lithuanian Junior Scientists Conference „Science – future of Lithuania“ (2014), Vilnius.

The structure of the dissertation

The dissertation consists of an introduction, three chapters and general conclusions. There are, furthermore, 9 appendices to the dissertation.

The paper consists of 162 pages, excluding the appendices; there are 31 figures and 17 tables in the paper. 159 references were used to write the dissertation.

1. Building information modeling and building planning: analysis of current situation and possibilities

In this day and age, as information technology develops at an intense pace, the construction sector cannot afford to fall behind. The term 'building information modeling', or BIM, is now used increasingly more frequently. BIM covers the entire life span of a building – from planning to demolition. However, it should not be forgotten, that without a site, there can be no building.

Cities are dynamic living organisms. This is why urban spatial planning has always been complicated. Today, our rapidly changing society has to foresee the needs of future city residents. Developers of spatial planning documentation find it very difficult to select the right urban development plans, especially taking into account the fact that cities are

growing at an astonishing rate. Development plans are normally drawn up using two-dimensional (2D) maps having no hint of three-dimensional (3D) visualisations. Interaction between building and city models is now one of the most analysed topics worldwide. One of the reasons to apply the BIM methodology in urban planning is the possibility to create contents with detailed information and to use this information for the assessment of the project (Dolas *et al.* 2013).

Three-dimensional (3D) data visualization is of critical importance in spatial planning. Planning the exterior and impact of new architectural objects on the environment in advance may help save financial resources before starting or finishing the construction works. This would also increase the involvement of the public in public deliberation processes (Cirulis, Brigmanis 2013).

Choosing the location for a building is also important for the project's success. The choice of a site affects nearly all aspects of design and construction processes, organizational, functional properties, harmoniousness, operating and economic efficiency, safety and, of course, aesthetic properties of the building (U.S. General... 2016).

The planning stage is especially important for the development and execution of a successful construction project. If all necessary requirements are considered during the planning stage, the risk of error and the need to change design solutions in later stages of the construction project are reduced. However, the BIM method is not currently widely applied in the planning stage. Building planning in three-dimensional space with BIM methodology could be used to produce significantly clearer conceptual solutions for the building design.

2. The system of requirements of spatial building and site planning

Lithuanian law does not provide a definition for the concept of spatial planning. There is also no consistent definition across the member states of the European Union. In standard language, spatial planning refers to certain methods used in the public sector that affect the distribution of people and activity in spaces of varying size. Spatial planning consists of several levels: urban planning (planning of cities), regional (planning of regions), national and international. The most important goal of strategic spatial planning is to link certain aspects of territorial development by integrating economic, environmental, cultural and social policy. In Lithuania, the term 'spatial planning' is used in reference to urban or regional policy and is often related to the Lithuanian term 'territorial planning' (Arimavičiūtė 2011). J. Markevičienė (2015) defines spatial planning as a process that models the desired urban matrix based on the existing (inherited) matrix of the city's form (by preserving it, continuing it or devaluing it).

This dissertation presents an analysis of spatial planning in buildings and sites. The concept of spatial planning in buildings and sites has not previously been defined. However, it is obvious that the life cycle of a building begins with spatial planning, and only later proceeds to more detailed architectural design (Fig. S2.1).

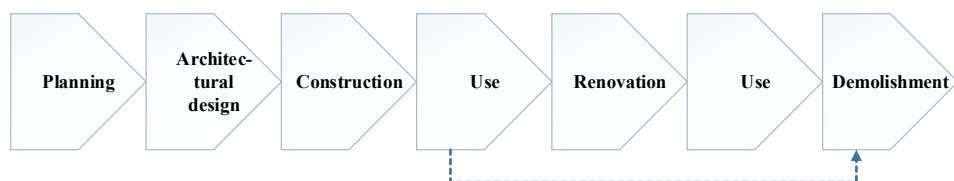


Fig. S2.1. Life cycle of a building

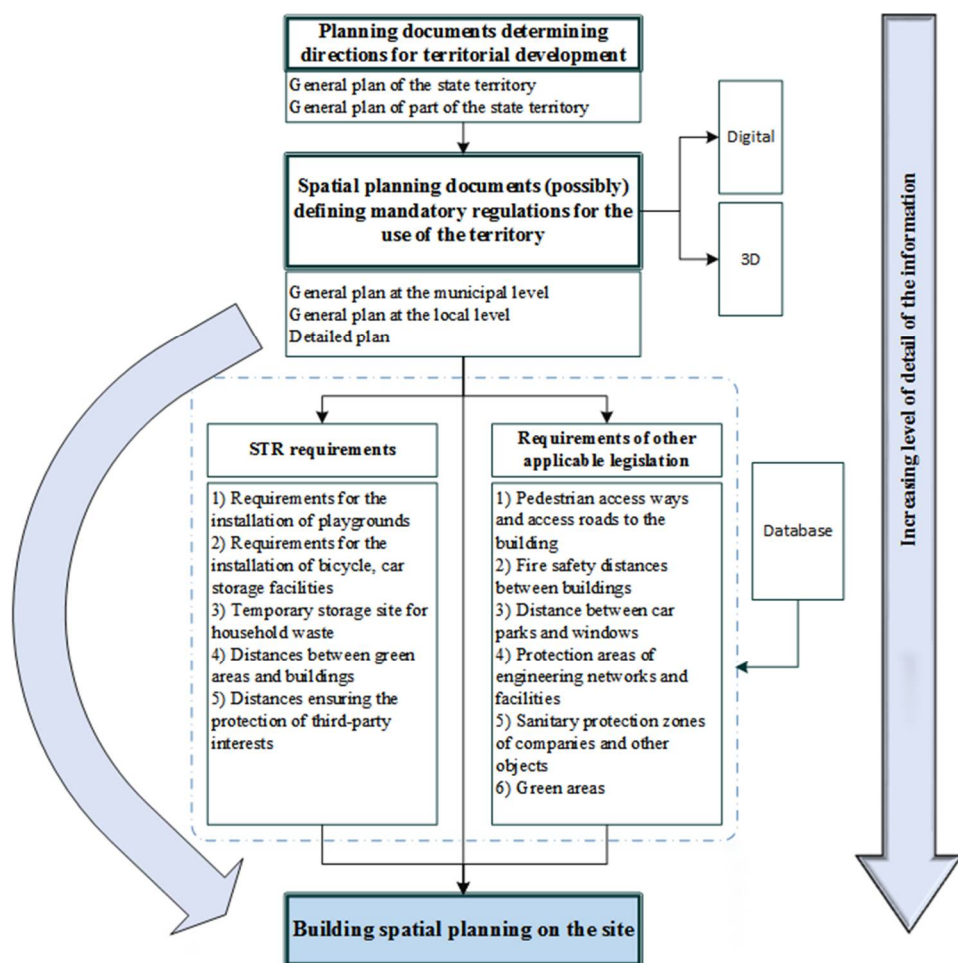


Fig. S2.2. Flowchart of links of site and building spatial planning with spatial planning documents and legal requirements

In the planning stage of building design, requirements set out in territorial planning documents and site surroundings are used to determine the position of the building on the site, the geometric parameters of the building (height, width, length, or in other words, its spatial form) and the main building materials of its external shell (walls, windows, roof).

The site and building spatial planning process can be defined as the planning of a building and its environment in a 3D environment by using modern computer technology and generating a virtual model that can be used and manipulated to imitate various real situations. It is this stage of the construction process that is the subject of this study.

The most efficient solutions are adopted at the building planning or pre-design phase. Changing the solutions adopted at this phase is least costly in terms of time and money, compared to those changed at the design and, especially, the construction phase. Success of architectural design solutions, ease of use of the site and the building, economic indicators of the project implementation largely depend on the solutions adopted at the planning phase. Spatial design solutions also greatly affect the risk of litigation.

Schematic view of links of site and building spatial planning with the spatial planning documentation is presented in Fig. S2.2.

As you can see from the chart, to carry out building spatial planning on a site, spatial planning documents (possibly) defining mandatory spatial planning regulations should be drawn up in a digital form (3D format). Having such a plan at hand and taking into account the requirements of the technical construction regulations as well as other applicable legislation, it would be possible to draw up a spatial model of the building and site.

Building planning greatly depends on the specific country's legal framework in the field of construction, i.e. specific types of legislation (laws, technical construction regulations, hygiene standards, rules, etc.) and ways in which they regulate construction process in specific country. It is a well-known fact that different countries regulate construction process differently. Therefore, it is necessary to develop a conceptual site and building spatial planning model adapted to the Lithuanian legal framework.

3. Conception of spatial building and site planning

The spatial planning process consists of four main components (Fig. S3.1). Each of these components is made up of further elements.

It should be noted that during the planning stage, only the preliminary form of the building can be modified (changed). Requirements for the form of a building and various site planning norms are established by law, and solutions proposed by territorial planning documents cannot be changed during the planning stage, thus, these elements are constant.

Digital 3D territorial planning document: a territorial planning document in a digital 3D format is necessary for the practical implementation of the spatial planning process.

Preliminary solution for building form: building form encompasses solutions for the positioning of the building on site, the building's volumetric form, and the entirety of the construction materials used on the building's exterior (walls, windows, roof) (STR 2.05.20:2006; STR 2.01.01(2):1999; STR 2.01.07:2003; Basic Fire Safety Requirements 2010).

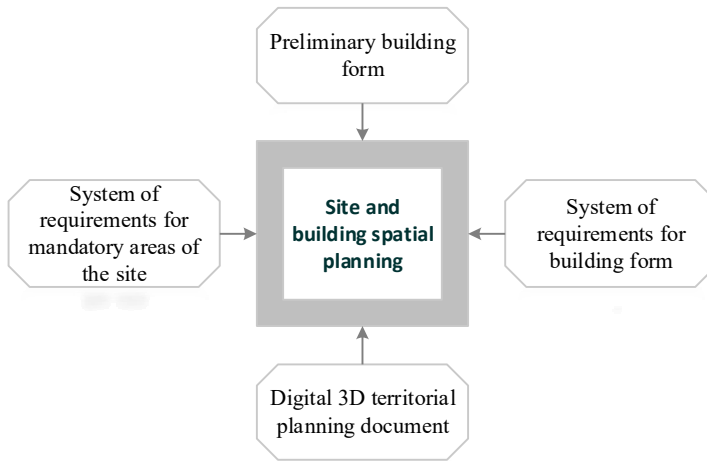


Fig. S3.1. Elements of the spatial planning process for site and buildings

System of requirements for building form. Requirements for spatial form solutions in a spatial building model are established by territorial planning documents, building safety and use documents as well as other legal acts. The following requirements are established by territorial planning documents that affect the form of a building: maximum height, maximum site coverage, maximum floor to site ratio, possible urban spatial structures, construction zone, limits, lines (RL Law on Territorial Planning 2014; Territorial planning standards 2014).

Building safety and use documents establish requirements related to the purpose of the planned building. The article focuses on residential and public buildings, so it will only discuss the requirements established for these types of buildings. Building safety and use documents establish the following requirements that affect the form of a building: maximum site coverage, requirements for the sound insulation class of the external partitions, insulation requirements, sanitary distances between buildings, distances between trees and buildings, distances that protect the interests of third parties, etc. (STR 2.02.09:2005; STR 2.02.01:2004; STR 2.02.02:2004; STR 2.01.07:2003).

Other legal acts establish the following requirements that affect the form of a building: fire resistance of the building's external shell, fire safety distances between buildings, distance between parking lots and windows, protection zones around building services and transportation routes, etc. (Basic Fire Safety Requirements 2010; Special Conditions for the Use of Land and Forest Land 1996).

System of requirements for establishing mandatory building site areas. Depending on the purpose of the building and other characteristics, regulatory documents establish mandatory sections of the building site that need to comply with certain requirements. Spatial building plans should take into account possibilities for planning these mandatory

areas of the building site. The building regulation STR 2.02.01:2004 "Residential Buildings" establishes that minimal residential building site areas include: pedestrian access to the site and driveways, parking space, green spaces with playgrounds and exercise areas, recreational areas for seniors and disabled individuals, bicycle storage, an area for the temporary storage of domestic waste, building service structures (transformer stations, etc.). Easements should also be taken into consideration during the planning stage (Civil Code, Art. 4.111, part 1).

The spatial planning model of a site and building is composed of four principal groups of solutions:

- building solutions;
- site solutions;
- building service solutions;
- transportation and access solutions.

During the planning stages, certain decisions must be made in each of the aforementioned groups. A detailed diagram of a site and building spatial planning solutions is presented in Fig. S3.2.

During the planning stage, a certain solution must be picked in the groups and subgroups shown in Fig. S3.2. Next, each solution must be checked for compliance with requirements established by legal acts and territorial planning documents. It should be noted that the final spatial planning solution will only be acceptable if and only if all of the intermediary solutions are also acceptable. A diagram of the spatial building planning process is presented in Fig. S3.3.

At present, detailed planning in Lithuania does not use digital 3D methods. However, in order to theoretically demonstrate a practical example of the application of the model, we must establish a set of data for our theoretical detailed plan:

- regulated max. building height: 8–12 m;
- regulated max. site coverage: 0.23;
- easements on site: none;
- protection zones: communications lines;
- min. green area: 25%;
- degree of fire resistance of surrounding buildings: unknown (fire safety distances must then satisfy a single condition: minimum fire safety distance).

Calculations completed with the Matlab mathematical system, which is based on a matrix data structure. The Matlab system is used to automatise calculation in many areas of science and technology. The system can be used with various application extension packages for data processing, signal analysis, images, neural networks, financial-economic calculation and other areas.

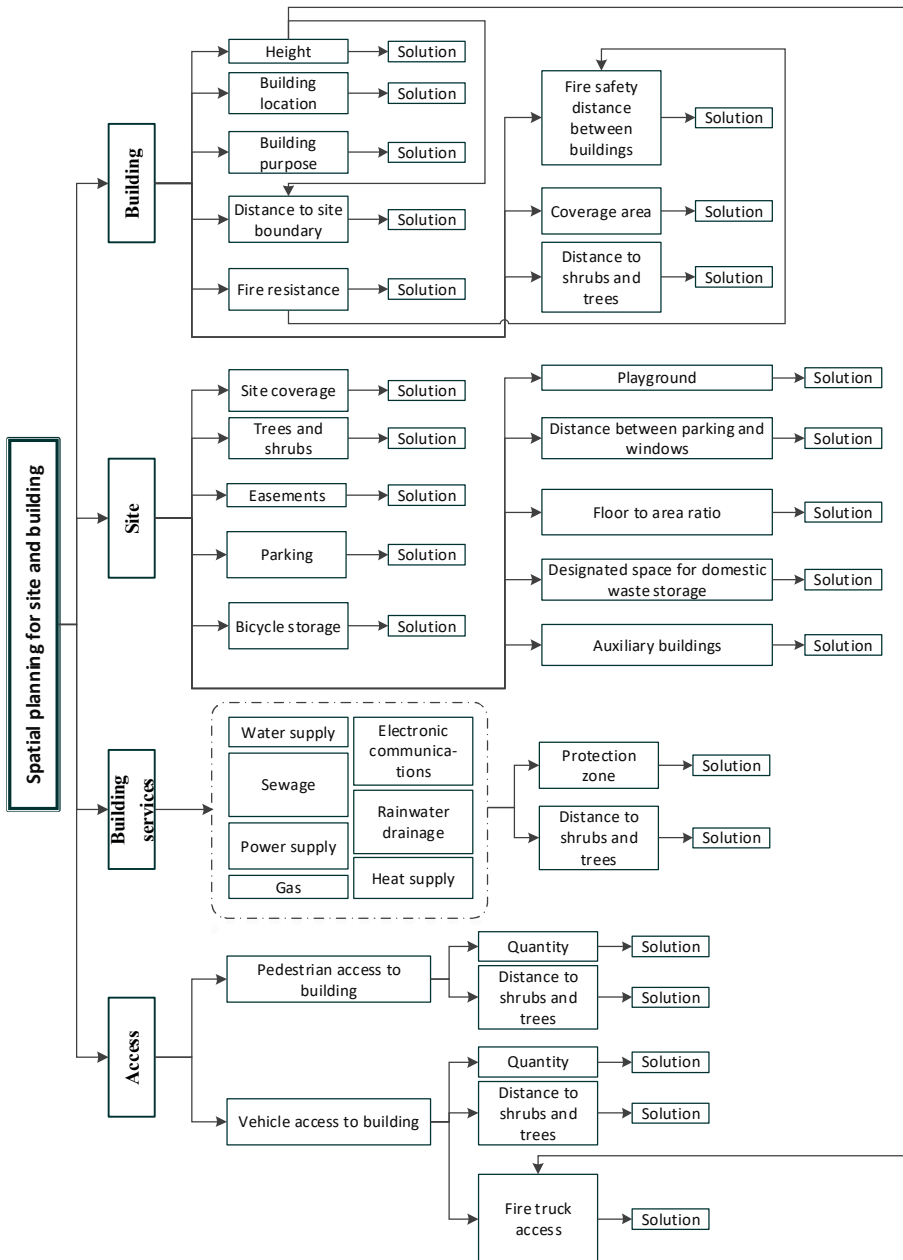


Fig. S3.2. Model for site and building spatial planning (diagram of solutions)

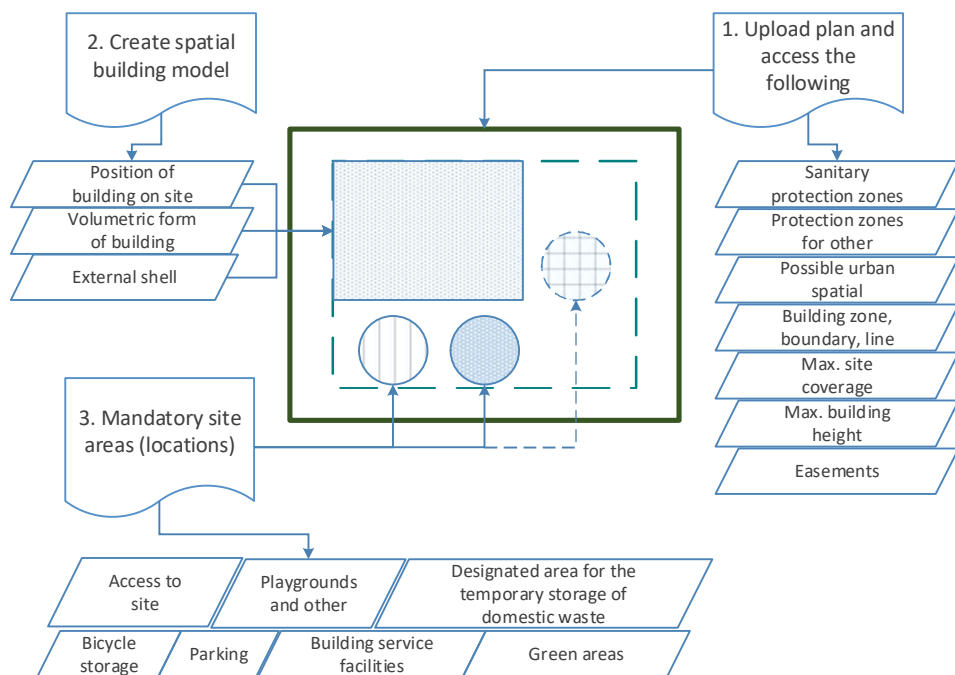


Fig. S3.3. Diagram of site and building spatial planning process

In order to demonstrate how the model works, examples of 30 building planning versions (solutions) were analysed for a building site that has the aforementioned characteristics. A diagram of the solutions tested in the example is presented in Fig. S3.4.

During the study, the Matlab system was used to write the interpreted source code. The results vector developed with the Matlab command shows in which column(s) the data sample satisfied the requirements (i.e., all results equal 1). This indicates that the building solution (a set of characteristics) presented in the column meets all applicable requirements.

Artificial neural networks can also be applied to the spatial planning process. Neural networks are biological systems that detect models, predict and learn. Artificial neural networks are used in modern model detection and prediction model generation based on large-scale historical databases. Artificial neural networks (ANN) are artificial intelligence systems designed to imitate the biological activity of the nervous system of the human brain: leaning, thinking, data storage, recollection and recognition. These networks are implemented through software. Even though researchers are still far from a complete understanding of how the human brain works, artificial neural networks can already carry out certain actions just as the human mind does (Mandryka, Česnulevičius 2009).

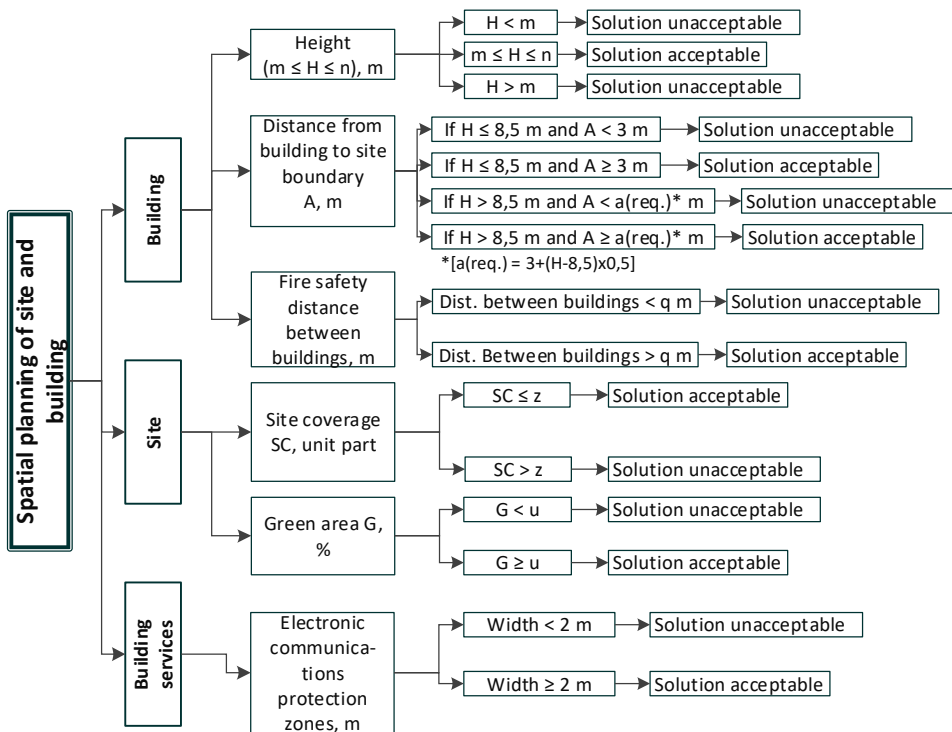


Fig. S3.4. Diagram of solutions tested in example

In the field of construction, artificial neural networks are applied in:

1. Prediction and cost projection. In this area, artificial neural networks are applied in projecting the possible costs of a design solution, construction costs, changes in the construction budget, project cash flow, construction demand, productivity of the labour force, groundwork operations, the applicability of new technology and organisational effectiveness.
2. Construction project optimisation. In this area, ANN are applied in order to optimise construction site planning and the duration of the construction process.
3. Decision-making. In this area, ANN are applied in order to make decisions in the context of modular design.
4. Classification or selection. In this area, ANN are applied to the selection of crane types and models, estimating concrete strength and calculating construction project productivity (Jain, Pathak 2014).

An artificial neural network can generate a model from examples. This is very relevant to the present case because every site and every building is different. As the neural

network learns, it will pick up errors more easily and quickly and identify as well as suggest possible solutions for fixing them in consideration of planning decisions made in previous building and site planning solutions.

Initial data is necessary for setting up a neural network model. This data is referred to as input signals. In this case, input signals are identified and described by spatial planning characteristics. The more initial input data (hundreds, even thousands of entries), the more effectively and accurately the neural network will operate. All of this would be achievable if the proposed spatial planning model were to be developed and implemented in reality, allowing specialists to plan and contribute to the database. This study proposes a basic neural network model for building and site planning based on a certain portion of the input signals.

The proposed neural network was developed in the Matlab system. The training progress of the neural network is shown in Annex G. If the network training results are unacceptable (the network makes a lot of mistakes), it can be trained anew, increasing the number of neurons or increasing the quantity of input data it is taught with. An obviously unacceptable solution is entered into the network in order to check how it works, e.g.: all initial data is equal [1; 1; 1; 1; 1; 1]. Result: $\text{ans} = 0.0053$. If a clearly correct example is entered into the system based on initial data [8; 3; 0.23; 26; 7; 2], the neural network produces the following result: $\text{ans} = 0.8796$. The overall accuracy of the neural network is 96.7 %.

The neural network developed as part of this study has produced adequate results. The result produced by a clearly incorrect building solution amounted to 0.0053, which is close to 0. The result produced by a clearly correct building solution amounted to 0.8796, which is close to 1. No such results were produced during the study, however, in some cases, the model can produce a result of 0.5. This would make it unclear whether the solution is to be viewed as correct or incorrect. In this case, the solution should be assessed organically (using human resources) and the neural network should undergo additional training. However, as time goes by and as databases and, respectively, the reliability of the neural network grow, such cases should occur increasingly less frequently.

General conclusions

1. The analysis of literary sources revealed that so far the development of BIM is only at its initial phases worldwide: more progress is observed in some countries, while others, including Lithuania, are only beginning to use BIM. It was also found that BIM methodology is mainly used at the building design and construction phase as 3D design, while its application at the building planning phase is rather uncommon.
2. Each building is being built on a particular site, and generation and management of information about the building should begin with collection and management of information about the area, in which the building planned. BIM use at the building planning stage can improve the existing environmental conditions, help in the further building modeling, provide more detailed information about the environment for other objects planning in the future, it would also be useful for visualization purposes.

3. The dissertation defines the concept of site and building spatial planning as the planning of a building and its surroundings in the 3D environment using modern computer technology thereby obtaining a virtual model, which can be used to simulate various real-life situations and treated as the real model, also to determine the planned building and site compliance with mandatory requirements.
4. Elements of site and building spatial planning, i.e. 3D digital spatial planning document, system of requirements for volume-related solutions of the building, system of requirements for mandatory elements of the site and initial volume model of the building, were identified. Of these, only initial volume model of the building can be changed at the spatial planning phase, while the remaining elements remain unchanged during the planning.
5. The conceptual site and building spatial planning model developed and proposed in the dissertation, conceptual model was adapted for the Lithuanian legal framework. This model allows for a detailed and comprehensive assessment of the main building, site, utilities network and transport communication solutions. The dissertation, furthermore, proposes site and building spatial planning algorithm.
6. The proposed site and building spatial planning model could be implemented in the BIM environment, integrating the proposed site and building spatial planning conceptual model-based database and artificial neural network theory-based model. The dissertation gives a simplified example of practical application of the proposed model using Matlab and artificial neural networks. Neural network of part of the conceptual model proposed in the dissertation offered adequate results. The overall accuracy of the neural network is 96.7 %.

Priedai¹

A priedas. Žemės sklypų skirstymas pagal teritorijų planavimo dokumentuose nustatytą naudojimo būdą

B priedas. Teritorijos naudojimo tipų turinys

C priedas. Teritorijų planavimą, žemės tvarkymą (sklypo formavimą) ir statinių projektavimą bei statybą reglamentuojantys poįstatyminiai (įstatymų įgyvendinamieji) teisės aktai

D priedas. Visų statybos procesą reglamentuojančių statybos techninių reglamentų suvestinė

E priedas. Rekomenduojamos didžiausios leistinos žemės sklypų užstatymo tankio ir užstatymo intensyvumo reikšmės

F priedas. Reikalavimai, turintys įtaką sklypo planavimui

G priedas. Dirbtinio neuroninio tinklo kūrimo seka

H priedas. Bendraautorių sutikimai teikti publikacijose skelbtą medžiagą mokslo daktaro disertacijoje

I priedas. Autorės mokslinių publikacijų disertacijos tema kopijos

¹ Priedai pateikiami pridėtoje kompaktinėje plokštelėje.

Aurelija PECKIENĖ

SKLYPO UŽSTATYMO ERDVINIO PLANAVIMO
KONCEPCIJA TAIKANT STATINIO INFORMACINIO
MODELIAVIMO TECHNOLOGIJĄ

Daktaro disertacija

Technologijos mokslai,
statybos inžinerija (02T)

CONCEPTION OF SITE AND BUILDING
SPATIAL PLANNING USING BUILDING INFORMATION
MODELING METHODOLOGY

Doctoral Dissertation

Technological Sciences,
Civil Engineering (02T)

2017 02 01. 14,5 sp. I. Tiražas 20 egz.
Vilniaus Gedimino technikos universiteto
leidykla „Technika“,
Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius,
<http://leidykla.vgtu.lt>
Spausdino BĮ UAB „Baltijos kopija“
Kareivių g. 13B, 09109 Vilnius